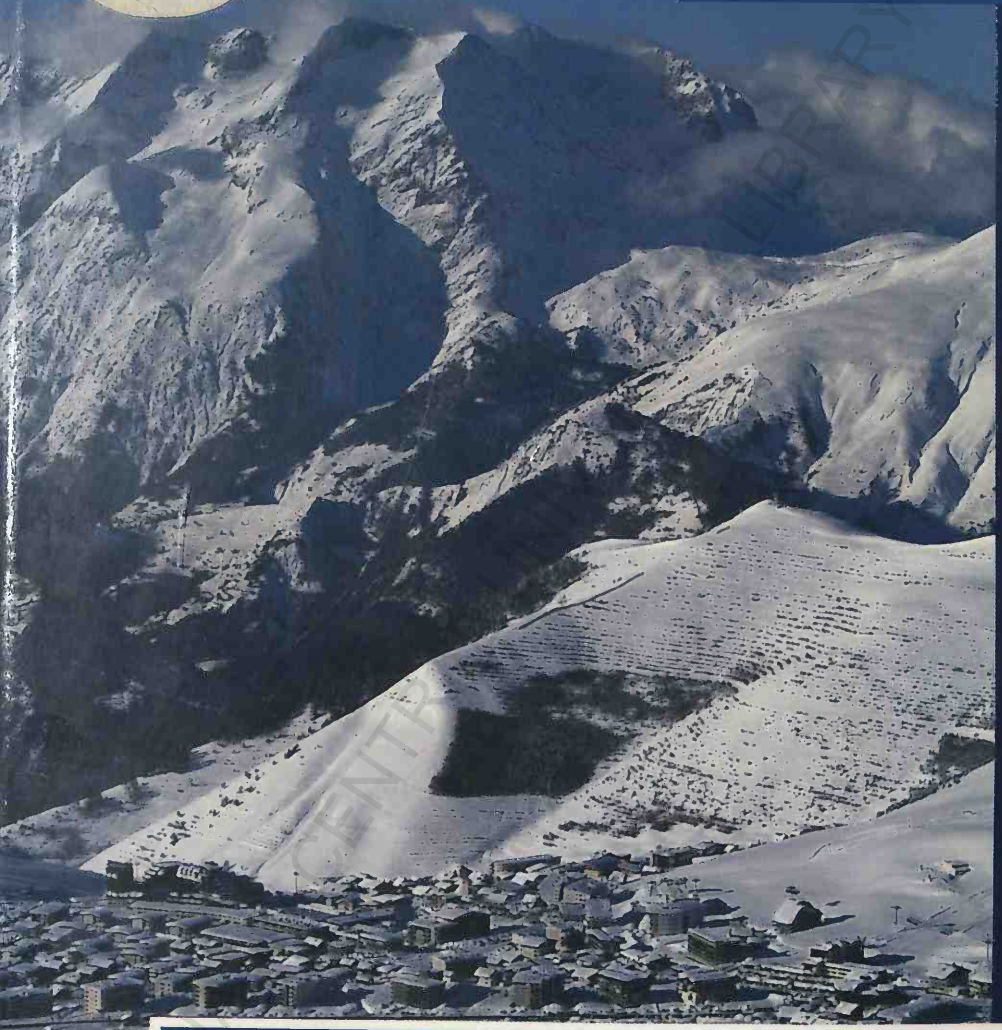
13.635

Ovidiu Gaceu



ELEMENTE DE METEOROLOGIE PRACTICĂ

EDITURA UNIVERSITĂȚII DIN ORADEA

Editura Universității din Oradea
2001

BCU CENTRU LIBRARY

Ovidiu Gaceu

ELEMENTE DE METEOROLOGIE PRACTICĂ

Donație pentru Biblioteca Universității „Al. I. Cuza" Iași

Iași 29.10.2004

Gaceu

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Ovidiu Gaceu

ELEMENTE DE METEOROLOGIE PRACTICĂ

319 542

317629
B.C.U. IASI

Editura Universităţii din Oradea
2001

BCU "CAROL I" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Referenţi ştiinţifici:

Prof. univ. dr. Gheorghe Măhăra – Universitatea din Oradea

Prof.univ. dr. Octavia Bogdan – Facultatea de Geografia Turismului, Sibiu
Şef colectiv Topoclimatologie, Institutul de Geografie al Academiei Române, Bucureşti

Cercet. şt. pr. I. dr. Carmen Dragotă – Institutul Naţional de Meteorologie şi Hidrologie, Bucureşti

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
GACEU, OVIDIU
Elemente de meteorologie practică / Gaceu Ovidiu. - Oradea : Editura Universităţii din Oradea, 2001
p. ; cm.
Bibliogr.
ISBN 973-613-053-3

551.5

Grafica: MARIA GALLANTAI

Tehnoredactare computerizată: prof. Ioan Gaceu
Corectura: Ramona Maliţa

Tipărit la TRIEST s.r.l Oradea
Tel.: 059 471899

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

CUPRINS

Introducere 7
1. Staţia şi platforma meteorologică 9
1.1. Staţia meteorologică 9
1.2. Platforma meteorologică 10
2. Timpul în meteorologie 13
3. Programul climatologic privind efectuarea observaţiilor şi înscrierea datelor 15
3.1. Conţinutul programului climatologic de observaţii 15
3.2. Ordinea şi durata efectuării observaţiilor la termenele climatologice 15
3.3. Reguli generale de efectuare a observaţiilor 15
3.4. Înscrierea datelor rezultate direct din observaţii 16
4. Măsurarea radiaţiei solare 17
4.1. Măsurarea radiaţiei solare directe 18
4.2. Măsurarea radiaţiei solare difuze şi totale 23
4.3. Măsurarea radiaţiei reflectate 26
4.4. Măsurarea radiaţiei efective 28
4.5. Măsurarea bilanţului radiativ 28
5. Măsurarea duratei de strălucire a Soarelui 30
5.1. Înregistrarea termică 30
5.2. Înregistrarea fotografică 33
5.3. Înregistrarea electrică 33
6. Măsurarea temperaturii aerului şi a solului 34
6.1. Scări termometrice 34
6.2. Instrumente şi aparate pentru măsurarea temperaturii aerului 35
6.3. Instrumente pentru măsurarea temperaturii solului 49
7. Măsurarea umezelii aerului 54
7.1. Mărimile caracteristice ale umezelii aerului 54
7.2. Metode şi aparate de măsură pentru determinarea umezelii aerului 55
8. Observaţii şi măsurători asupra nebulozităţii 71
8.1. Criterii de clasificare a norilor 71
8.2. Clasificarea morfologică şi caracterizarea norilor 72
8.3. Efectuarea observaţiilor asupra norilor 93
8.3.1. Determinarea nebulozităţii totale şi inferioare 94
8.3.2. Determinarea tipului de nori 94
8.3.3. Determinarea plafonului norilor 95
8.3.4. Determinarea direcţiei şi vitezei de deplasare a norilor 97
9. Observaţii şi măsurători asupra precipitaţiilor atmosferice 99
9.1. Generalităţi 99

BCU CONSTANŢA UNIVERSITY LIBRARY

9.2. Observaţii şi măsurători asupra precipitaţiilor lichide 99
9.3. Observaţii şi măsurători asupra stratului de zăpadă 109
10. Măsurarea presiunii atmosferice 115
10.1. Generalităţi 115
10.2. Instrumente şi aparate folosite pentru măsurarea presiunii atmosferice 115
11. Observaţii şi măsurători asupra caracteristicilor vântului 124
11.1. Generalităţi 124
11.2. Instrumente şi aparate utilizate pentru determinarea caracteristicilor vântului 125
11.2.1. Aparate cu citire directă 125
11.2.2. Aparate înregistratoare 132
12. Vizibilitatea meteorologică 134
12.1. Generalităţi 134
12.2. Determinarea vizuală a vizibilităţii orizontale 134
13. Fenomene meteorologice 138
13.1 Definiţie şi clasificare 138
13.2. Observaţii şi măsurători speciale asupra depunerilor de gheaţă pe conductorii aerieni 140
13.2.1. Generalităţi 140
13.2.2. Aparate şi instrumente utilizate pentru determinarea depunerilor de gheaţă 140
13.2.3. Efectuarea observaţiilor asupra depunerilor de gheaţă 143
Anexa 1 148
Anexa 2 160
Bibliografie selectivă 166

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Introducere

Importanţa practică a cunoaşterii vremii este atât de evidentă încât nu mai este necesară nici o justificare, fie chiar şi formală a necesităţii observaţiilor şi măsurătorilor meteorologice care se efectuează în numeroase puncte repartizate, mai mult sau mai puţin, uniform pe suprafaţa Terrei.

Prezenta lucrare, elaborată în manieră clasică, are rolul unui caiet de lucrări practice în realizarea căruia au fost sintetizate principalele lucrări de specialitate. În cadrul celor 13 capitole, elementele şi fenomenele meteorologice au fost analizate sub aspect practic, respectiv au fost prezentate principalele aparate şi metode de determinare a caracteristicilor acestora.

Scopul acestei lucrări este de a instrui studenţii astfel încât să poată lucra independent în cadrul staţiilor meteorologice la instalarea, folosirea şi întreţinerea aparatelor meteorologice, la măsurarea cantitativă şi la aprecierea calitativă a diverselor elemente meteorologice.

Prin structura sa, lucrarea încearcă să surprindă principalele probleme practice specifice meteorologiei şi se adresează studenţilor de la specializările Geografie, Istorie-Geografie, Geografie.Turism-Servicii, Silvicultură, Protecţia mediului, dar şi din alte domenii care abordează aspectele practice ale meteorologiei.

Chiar dacă unele probleme precum cele referitoare la nebulozitate au fost detaliate mai mult (datorită importanţei practice deosebite a norilor în evoluţia şi prevederea vremii), lucrarea de faţă nu îşi revendică dreptul de a fi nici exhaustivă (lipsesc o serie de aspecte privind problemele de aerologie, de întocmire a hărţilor sinoptice şi de previziune a timpului care vor fi prezentate într-un alt material), nici definitivă (caracteristicile tehnice ale aparaturii prezentate fiind departe de ultimele noutăţi înregistrate în domeniu la nivel mondial).

Desigur că o dată cu modernizarea reţelei de staţii meteorologice din ţară în plină desfăşurare acum, actualele aparate vor fi înlocuite cu altele automate, mai performante care, alături, de problemele ce privesc prelucrarea climatologică a datelor de observaţie meteorologică, vor fi subiectul unei alte lucrări.

Având în vedere faptul că orice lucrare este perfectibilă, considerăm că observaţiile şi sugestiile venite din partea specialiştilor sunt binevenite şi vor contribui la îmbogăţirea şi îmbunătăţirea acestui material.

În final, aducem mulţumiri prof. univ. dr. Gheorghe Măhăra, lect. univ. dr. Ribana Linc, conf. univ. dr. Alexandru Ilieş, asist. univ. Ramona Maliţa şi, nu în ultimul rând, referenţilor ştiinţifici prof. univ. dr. Octavia Bogdan şi cercet. şt. princip. I Carmen Dragotă pentru îndemnul şi sprijinul fără de care prezenta lucrare nu ar fi existat.

1. STAŢIA ŞI PLATFORMA METEOROLOGICĂ

1.1. Staţia meteorologică

Prin definiţie, staţia meteorologică este locul reprezentativ ales pentru o anumită regiune în care se amplasează aparatura meteorologică şi se efectuează observaţii şi măsurători asupra elementelor şi fenomenelor meteorologice.

Denumirea staţiei este dată de cea a localităţii pe teritoriul căreia se află, uneori adaugându-se şi denumirea cartierului, străzii, instituţiei etc.

Pe lângă denumire, fiecărei staţii i se stabilesc următoarele elemente de identificare (I.N.M.H., 1995).

- coordonatele geografice (latitudinea şi longitudinea);
- altitudinea absolută (înălţimea platformei meteorologice deasupra nivelului mării, stabilită la baza unuia din picioarele adăpostului meteorologic);
- indicativul, compus din cinci cifre, reprezintă amplasarea ei pe suprafaţa globului terestru în cadrul reţelei meteorologice mondiale. Pe teritoriul României indicativele numerice ale staţiilor sunt stabilite în intervalul 000-499 şi sunt repartizate în ordine crescătoare, latitudinal de la nord la sud şi longitudinal de la est la vest;
- numărul, reprezintă poziţia staţiei în cadrul reţelei meteorologice mondiale, în România el fiind format din şase cifre care corespund unităţilor de grad, zecilor şi unităţilor de minut ale latitudinii – primele trei cifre – şi longitudinii - ultimele trei cifre. *Exemplu*: coordonatele geografice ale staţiei meteorologice Oradea sunt 47^0 02 latitudine nordică şi 21^0 54 longitudine estică, deci numărul climatologic al Oradea este 702154.

Toate materialele (registre de observaţii, tabele) şi mesajele emise de către staţia meteorologică trebuie să poarte aceste elemente de identificare.

Din punct de vedere funcţional, organizatoric şi economic reprezintă o unitate tehnico-ştiinţifică aparţinând Ministerului Apelor Pădurilor şi Protecţiei Mediului – Regiei "Apele Române" respectiv, Institutului Naţional de Meteorologie şi Hidrologie. Ea este încadrată cu personal de specialitate şi dotată cu instalaţiile şi aparatura necesare efectuării observaţiilor şi transmiterii lor, precum şi cu mijloace fixe (teren, clădire etc.) şi administrativ gospodăreşti de funcţionare, activitatea ei fiind condusă de şeful staţiei meteorologice.

Pentru desfăşurarea normală a activităţii, staţia meteorologică trebuie să dispună de:

- *registrul de predare – preluare a serviciului* în care se menţionează starea platformei meteorologice, a instrumentelor, aparatelor şi utilajelor staţiei, întocmindu-se un proces-verbal care trebuie semnat de ambii observatori;
- *registrul cu istoricul staţiei* în care se înscriu informaţiile privind funcţionarea staţiei: data la care au început observaţiile, schimbările programului de observaţie, ale planului de activitate, ale aparaturii şi utilajului (scoaterea din uz, înlocuirea, repararea sau montarea lor, ale amplasamentului staţiei ori a condiţiilor din apropierea platformei meteorologice (construcţii noi, defrişări, inundaţii, irigaţii etc., înlocuirea personalului staţiei cu perioada de funcţionare a acestuia, precum şi toate schimbările survenite în urma inspecţiilor staţiei;

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI
GEO.-GEOGRAFIE

- *registrul de procese-verbale* care cuprinde procese-verbale încheiate de persoanele care îndrumă şi verifică activitatea staţiei meteorologice, verifică şi schimbă aparatura etc.;

- *materiale documentare*, respectiv instrucţiuni, coduri, tabele psihrometrice, atlase de nori, tabele grafice, acte metodologice, buletine de verificare ale aparatelor, raza vizibilităţii etc.;

- *imprimate* necesare înregistrării, înscrierii şi prelucrării observaţiilor meteorologice;

- *arhiva de date meteorologice* în care se păstrează registrele de observaţii meteorologice, diagramele aparatelor înregistratoare, tabelele lunare întocmite la staţii;

- *biblioteca* cuprinde publicaţiile de specialitate cu care este dotată staţia meteorologică;

- *registrul de evidenţă a documentelor şi actelor primite şi expediate.*

1.2. Platforma meteorologică

Platforma meteorologică este locul reprezentativ ales pentru regiunea respectivă, situat în vecinătatea staţiei şi dotat cu aparatură de specialitate, în care se efectuează principalele observaţii, măsurători şi determinări meteorologice.

În acest sens trebuie să se respecte următoarele (I.N.M.H., 1995):

- amplasarea regulamentară a platformei;
- instalarea corectă a aparatelor pe platformă;
- îngrijirea minuţioasă a platformei.

Amplasarea platformei trebuie făcută ţinând cont de următoarele reguli:

1. Să fie situată pe un teren deschis şi tipic pentru regiunea respectivă;

2. Faţă de obstacolele mari, extinse şi compacte (păduri, grupuri mari de construcţii), platforma trebuie să se situeze la o distanţă de cel puţin douăzeci de ori înălţimea lor, iar faţă de cele joase şi izolate (construcţii mici, pomi izolaţi etc.), să fie amplasată la o distanţă de cel puţin zece ori înălţimea acestor obstacole;

3. Se va evita amplasarea platformei în apropierea văilor adânci, a denivelărilor mari de relief, a pantelor mari etc;

4. Dacă staţia este amplasată lângă o suprafaţă mare de apă (râu, lac, mare), platforma meteorologică trebuie să se găsească la o distanţă de cel puţin 100 m de linia care reprezintă nivelul maxim posibil al apei din bazinul respectiv (excepţie fac staţiile speciale);

5. Să aibă o zonă de protecţie degajată, fără vegetaţie înaltă (pomi fructiferi, viţă de vie, porumb, floarea soarelui etc.) şi fără culturi irigate, zonă stabilită la 30 m de fiecare latură a platformei;

6. Platforma meteorologică standard trebuie să aibă formă pătrată, cu dimensiunile de 26 x 26 m şi cu laturile îndreptate de la nord la sud şi de la est la vest, suprafaţa ei trebuind să fie perfect nivelată, iar solul acoperit cu vegetaţie. Faţă de tipul standard, platforma meteorologică poate avea dimensiuni reduse (16 x 20 m, la staţiile cu program redus de observaţii şi la cele amplasate în zone în care nu s-a putut

găsi o suprafaţă de teren corespunzătoare) sau mărite (36 x 26 m, la staţiile care efectuează observaţii speciale, cum este cazul staţiilor cu program radiometric);

7. Circulaţia în interiorul platformei se face numai pe cărări special amenajate, care pot fi asfaltate sau betonate, cu condiţia ca lăţimea lor să nu depăşească 40 cm, iar terenul platformei să fie puternic umezit în anumite perioade ale anului. Cărările respective tebuie să asigure accesul observatorului la adăposturile meteorologice şi la termometrele de sol dinspre nord, la heliograf dinspre sud, iar la celelalte instalaţii în aşa fel încât, observaţiile să se poată efectua în timp util;

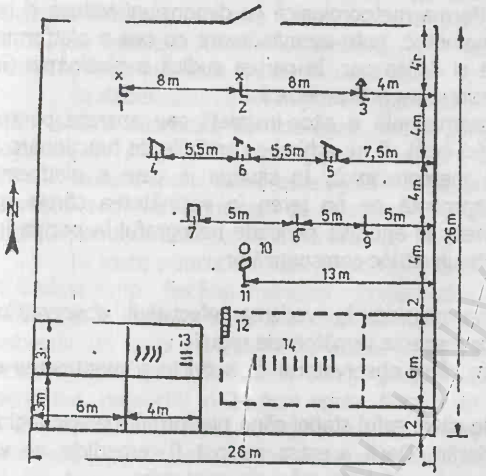


Fig. 1. Planul schematic al platformei meteorologice standard (sursa:I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p.11): 1. Giruetă cu placă uşoară; 2. Giruetă cu placă grea; 3. Chiciurometru; 4. Adăpost psihrometric; 5. Adăpost pentru aparatele înregistratoare; 6. Loc pentru adăpostul de rezervă; 7. Pluviograf; 8. Pluviometru avertizor; 9. Pluviometru I.M.C.; 10. Catargul anemometrului; 11. Heliograf; 12. Riglă de zăpadă; 13. Parcela de sol dezgolit pentru termometrele de suprafaţă şi adâncime; 14. Parcela de sol înierbată pentru termometrele cu tragere verticală.

8. Pentru protecţia aparatelor şi instalaţiilor împotriva deteriorărilor, platforma trebuie să fie împrejmuită cu reţea de sârmă cu ochiuri de 10 x 10 cm, înaltă de 2 m deasupra solului, întinsă pe cadre metalice, fixate pe ţevi metalice, care se implantează în sol în socluri de ciment sau se prind prin bride metalice de stâlpi de beton cu lăţime de 12-14 cm;

9. Poarta de acces pe platforma meteorologică se fixează pe latura nordică a gardului (excepţional se acceptă instalarea ei în partea estică sau vestică, cu condiţia ca accesul observatorului să se facă dinspre nord), iar adăposturile meteorologice să fie orientate cu uşile spre nord;

10. Pentru a asigura o amplasare cât mai tipică şi reprezentativă a platformei meteorologice, terenul ales în acest sens, va fi aprobat de comisia de omologare a Institutului Naţional de Meteorologie şi Hidrologie.

Dispunerea instalaţiilor şi aparatelor pe platforma meteorologică

În cadrul *platformei meteorologice – standard* (fig. 1) instalaţiile se amplasează la anumite distanţe şi într-o anumită ordine, astfel încât să nu se influenţeze şi să nu se umbrească reciproc. De regulă se instalează pe mai multe linii paralele cu latura nordică (sudică), în ordinea descrescândă a înălţimii lor, de la nord spre sud, după cum urmează:

- pe prima linie, la 4 m distanţă de latura nordică, se instalează giruetele şi chiciurometrul;
- pe a doua linie se aşază adăposturile meteorologice;
- pe a treia linie se aşază pluviometrele şi pluviograful;
- în partea central-sudică a platformei se instalează heliograful şi catargul anemometrului la o distanţă de 1 m spre nord de heliograf;
- în partea sudică a platformei se amplasează parcela cu termometrele de sol.

Dispunerea aparatelor pe platforma meteorologică cu dimensiuni reduse şi pe platforma unei staţii cu program actinometric este asemănătoare cu cea a platformei standard, cu deosebirea că în cel de al doilea caz, în partea sudică a platformei (în spaţiul de 26 x 16 m) se amplasează aparatura actinometrică.

Amplasarea temporară sau permanentă a altor instalaţii sau aparate pentru măsurători speciale trebuie făcută astfel încât să nu schimbe condiţiile de funcţionare a aparatelor de bază de pe platforma meteorologică. În situaţia în care o platformă meteorologică a fost omologată şi aprobată pe un teren în vecinătatea căruia au apărut între timp obstacole care umbresc în anumite perioade heliograful în poziţia lui standard, acesta va putea fi instalat într-un alt loc corespunzător.

Întreţinerea platformei meteorologice: în vederea efectuării observaţiilor meteorologice în bune condiţiuni se vor respecta următoarele reguli:
- supravegherea platformei de către observatorul de serviciu şi menţinerea ei curată;
- luarea măsurilor necesare de către şeful staţiei când platforma meteorologică şi instalaţiile de pe ea suferă deteriorări. Dacă acestea nu pot fi remediate se va anunţa imediat Serviciul meteorologic pentru a fi luate măsurile necesare;
- vopsirea la nevoie a adăposturilor meteorologice, a suporturilor aparatelor şi a gardului platformei;
- cosirea ierbii atunci când a crescut mai mare de 20 cm şi îndepărtarea ei de pe platformă;
- menţinerea stării naturale a stratului de zăpadă pe platformă, excepţie fac doar situaţiile în care se constată troienirea zăpezii în jurul instrumentelor, troiene care se retează până la nivelul general al stratului de zăpadă, iar surplusul se evacuează în afara platformei;
- înlăturarea zăpezii de pe acoperişul, jaluzelele şi interiorul adăposturilor, precum şi de pe heliograf cu ocazia efectuării rondului preliminar;
- notarea în registrele staţiei meteorologice şi comunicarea serviciului meteorologic a tuturor schimbărilor survenite în jurul platformei pe o rază de 200 – 300 m (construcţii noi, demolări, defrişări, irigaţii etc.).

2. TIMPUL ÎN METEOROLOGIE

Având în vedere că variaţia în timp a elementelor şi fenomenelor meteorologice se caracterizează prin oscilaţii periodice sezoniere anotimpuale şi diurne, cauzate de factori astronomici, observaţiile şi măsurătorile trebuie efectuate riguros la anumite ore caracteristice şi la intervale egale de timp (I.N.M.H., 1995).

Măsurarea timpului se face funcţie de mişcarea aparentă diurnă a soarelui, respectiv momentul în care soarele se află exact la sud, adică la meridianul locului în cauză, se numeşte *amiază adevărată*, iar intervalul dintre două amieze adevărate consecutive se numeşte *zi solară adevărată*.

În decursul unui an mişcarea aparentă a soarelui este neuniformă, deci durata zilelor solare adevărate nu este egală, motiv pentru care, în meteorologie, se foloseşte noţiunea de *timp solar mediu local*, care are aceeaşi durată a zilelor în tot cursul anului. Durata zilelor medii este egală cu media anuală a duratei zilelor adevărate, ea serveşte ca durată principală de măsurare a timpului şi este împărţită în ore, minute şi secunde, amiaza fiind considerată ora 12.

În toate punctele aflate pe acelaşi meridian, amiaza (şi oricare oră) se produce în acelaşi timp, fiecărui meridian corespunzându-i un timp solar mediu local (timp local), dar în viaţa de zi cu zi în locul timpului local se utilizează noţiunea de *oră oficială* respectiv un timp convenţional, admis oficial pentru o suprafaţă întinsă, cum este teritoriul unei ţări. În acest sens, globul pământesc a fost împărţit în secţiuni meridiane, respectiv în 24 fuse egale, fiecare de 15 grade longitudine, numerotate de la 0 la XXIII. Meridianul central al fusului 0 este meridianul care trece prin localitatea Greenwich, iar limitele acestui fus sunt meridianele de $7^0\ 30'$ longitudine vestică şi $7^0\ 30'$ longitudine estică faţă de Greenwich. Pentru fusul I, meridianul central este cel de 15^0 longitudine estică, iar limitele acestui fus sunt meridianele de $7^0\ 30'$ şi $22^0\ 30'$ longitudine estică. Meridianele centrale pentru fusele de la 0 la XXIII sunt indicate în tabelul 1.

Tabel 1. Distribuţia fuselor şi a meridianelor centrale caracteristice în funcţie de longitudine

Nr. fusului	0	I	II	III	IV	... XII ...	XX	XXI	XXII	XXIII
Meridianul central	0^0	15^0	30^0	45^0	60^0	180^0	60^0	45^0	30^0	15^0
Longitudinea	estică						vestică			

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, p.15, 1995

Fiecare ţară îşi alege ora oficială după timpul local al meridianului central al unuia din fusele orare succesive, în cadrul cărora se află teritoriul ţării respective. Spre exemplu, România are ca oră oficială timpul local al meridianului de 30^0 longitudine estică, respectiv meridianul central al fusului II. În acest caz, în tot cuprinsul fusului II timpul este cu o oră mai înainte decât în fusul I şi cu două ore faţă de fusul 0.

Pe *teritoriul României*, pentru aflarea timpului local al punctelor de pe acelaşi meridian (în vederea stabilirii orei la care trebuie să se efectueze observaţiile climatologice standard) la ora oficială se adaugă o diferenţă de timp constantă, ce

corespunde diferenţei de longitudine dintre meridianul de 30^0 longitudine estică şi meridianul respectiv. Calcularea acestei diferenţe de timp se face ţinând cont de faptul că 1^0 unghiular corespunde la 4 minute de timp, iar $1'$ unghiular corespunde la 4 secunde de timp, deci în România, diferenţele de timp care trebuie adăugate orei oficiale pentru aflarea orei climatologice (conform timpului solar mediu local) sunt cuprinse între +1 minut la extremitatea estică a teritoriului (Sulina) şi +39 minute la extremitatea vestică (Beba Veche).

Exemplu: pentru a afla ora locală a staţiei meteorologice Oradea, a cărei poziţie geografică este definită de meridianul de $21^0\ 54'$ longitudine estică şi paralela de $47^0\ 02'$ latitudine nordică, se face diferenţa dintre valoarea meridianului central al fusului II în care este situată România şi valoarea meridianului care trece prin dreptul staţiei meteorologice Oradea, respectiv:

$$30^0\ 00' - 21^0\ 54'' = 8^0\ 06'.$$

Transformând valoarea obţinută în unităţi de timp obţinem:

$$(8^0 \times 4') + (6' \times 4'') = 32 \text{ minute şi } 24 \text{ secunde} \approx 32 \text{ minute}.$$

În concluzie, ora la care trebuie să se efectueze observaţia climatologică la staţia meteorologică Oradea este: H + 32 minute, unde H este ora oficială.

Să particularizăm cu un alt exemplu: dacă la staţia meteorologică Oradea se semnalizează ninsoare între orele 14^{10} şi 15^{25}, oră oficială, momentul începutului şi sfârşitului său vor fi exprimate pentru programul climatologic conform orei reale, respectiv din ora oficială de început şi cea de sfârşit a fenomenului se scade diferenţa de 32 minute. În exemplul menţionat, începutul real şi sfârşitul real al fenomenului, conform timpului solar mediu local sunt:

$$14^{10} - 32 \text{ minute} = 13^{38};$$
$$15^{25} - 32 \text{ minute} = 14^{53}.$$

Astfel $*14^{10} - 15^{25}$ (ora oficială) înseamnă $* 13^{38} - 14^{53}$ (ora locală).

Datorită adoptării *programului de vară,* în toate activităţile economico-sociale desfăşurate pe teritoriul României, pentru corelarea programelor acestor activităţi, s-a introdus *ora oficială de vară a României* care este cu o oră în avans faţă de *ora oficială de iarnă* (care, de fapt, este ora locală a meridianului de 30^0 longitudine estică), notate prescurtat OVR, respectiv OIR.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3. PROGRAMUL CLIMATOLOGIC PRIVIND EFECTUAREA OBSERVAŢIILOR ŞI ÎNSCRIEREA DATELOR

3.1. Conţinutul programului climatologic de observaţii

Programul climatologic de observaţii se referă la totalitatea observaţiilor şi măsurătorilor meteorologice care se execută la staţii după timpul oficial la termenele fixe şi continuu în 24 de ore .

La *termenele climatologice* 0, 6, 12, 18 UTC se fac observaţii şi măsurători asupra principalelor fenomene meteorologice: presiunea atmosferică, vântul, temperatura aerului, temperatura solului, umezeala aerului, nebulozitatea, precipitaţiile atmosferice, vizibilitatea orizontală, descărcările electrice şi depunerile de gheaţă, iar la termenele de 6 şi 18, se determină starea suprafeţei solului. La termenul 6, se mai determină gradul de acoperire a solului cu zăpadă, grosimea acesteia, iar pentadic, densitatea şi echivalentul în apă al stratului de zăpadă.

Continuu, în 24 de ore, se determină caracteristicile tuturor fenomenelor meteorologice care se produc la staţie sau în raza vizuală a observatorului, orele de început şi de sfârşit a fenomenelor, durata fenomenelor, intensitatea fenomenelor şi se înregistrază automat (pe diagrame), cu aparate speciale, variaţia principalelor elemente meteorologice: presiunea atmosfeică, temperatura aerului, umezeala relativă a aerului, precipitaţiile atmosferice, durata strălucirii soarelui şi, la unele staţii, parametrii vântului (I.N.M.H., 1995).

3.2. Ordinea şi durata efectuării observaţiilor la termenele climatologice

Efectuarea observaţiilor meteorologice se face la termenele 00, 06, 12, 18 UTC, după următorul program, între minutele menţionate mai jos ale orei precedente:

15-17 – starea suprafeţei solului (strat de zăpadă), temperatura solului;
18-19 – aparate înregistratoare (ora 12 la termograf şi higrograf, ora 18 la pluviograf, după transmiterea telegramei de la ora 12 la barograf şi după apusul Soarelui la heliograf);
20-23 – vântul;
24-25 – precipitaţii – înlocuirea colectorului;
26-29 – temperatura şi umezeala aerului, temperaturi extreme;
30 – presiunea atmosferică – citirea la barometrul cu mercur;
31-34 – observaţii asupra precipitaţiilor solide;
20-29 – observaţii asupra fenomenelor meteorologice, nebulozităţii şi vizibilităţii.

3.3. Reguli generale de efectuare a observaţiilor

Observaţiile meteorologice trebuie efectuate cu mare precizie, de către personalul de specialitate, cu pregătire profesională care să asigure cu conştiinciozitate îndeplinirea corectă a întregului program de observaţii, măsurători şi determinări, precum şi exploatarea raţională a aparatelor, instrumentelor şi utilajelor aflate în dotarea staţiei.

Şeful staţiei este obligat să urmărească sistematic starea instrumentelor şi aparatelor, să controleze activitatea observatorilor, să efectueze controlul tehnic şi critic al tuturor datelor şi să ia măsuri în limita competenţelor acordate.

La efectuarea observaţiilor meteorologice, observatorul trebuie să respecte următoarele reguli:

1. Să noteze numai ce a observat, fără a înlocui indicaţia aparatelor cu valori nereale sau să înscrie în registre date bazate pe presupuneri;

2. Să remedieze sau să schimbe aparatul sau instrumentul defect şi să facă menţiunea respectivă în registrul de observaţii meteorologice şi în registrul cu istoricul staţiei;

3. Să execute toate observaţiile riguros, la termenele climatologice, în conformitate cu ordinea tip de efectuare;

4. Să facă observaţiile numai cu aparate verificate şi etalonate în cadrul Institutului Naţional de Meteorologie şi Hidrologie;

5. Să aplice aparatelor corecţiile instrumentale notate în buletinul de verificare, respectând valoarea şi sensul corecţiei.

3.4. Înscrierea datelor rezultate direct din observaţii

Observaţiile şi măsurătorile efectuate la termenele climatologice, precum şi caracteristicile tuturor fenomenelor meteorologice se înscriu în registrul de observaţii meteorologice, iar observaţiile speciale asupra depunerilor de gheaţă pe conductori în registrul RM-7, ţinând cont de următoarele reguli:

1. Observatorul va scrie citeţ pe coperta şi pe primele pagini ale fiecărui registru, în ultima zi a lunii respective, elementele de identificare ale poziţiei staţiei, luna, anul, alte caracteristici ale aparatelor şi diferitele modificări apărute la staţie;

2. Şeful staţiei va verifica în prima zi a lunii, felul în care au fost pregătite registrele şi apoi va controla zilnic toate datele înscrise de observatorul de serviciu;

3. Înscrierea datelor în registru se face citeţ şi numai cu creionul negru, observatorul având obligaţia să-şi înscrie numele clar în rubrica respectivă şi să-şi asume responsabilitatea pentru exactitatea observaţiilor efectuate, iar şeful staţiei să corecteze eventualele greşeli. Dacă, din anumite motive, o observaţie nu s-a efectuat, în rubrica respectivă se înscrie o liniuţă (-), iar dacă observaţiile s-au efectuat, iar fenomenul respectiv nu a avut loc, rubrica va rămâne necompletată;

4. În cazul producerii în apropierea staţiei a unor calamităţi naturale (inundaţii, alunecări de teren, cutremure etc), observatorul le va nota la rubrica "Însemnări speciale" din registrul de observaţii meteorologice, pe baza observaţiilor proprii sau din alte informaţii, bine verificate, cu indicarea sursei;

5. Datele rezultate din observaţiile directe pot fi modificate numai dacă există informaţii sigure că au fost înscrise greşit, prin barare, valorile reale notându-se deasupra, iar dacă valorile respective provin din prelucrări primare (valori cărora li s-au aplicat corecţii instrumentale, sume, medii, valori codificate etc.) se vor şterge şi se vor înlocui cu cele corecte.

4. MĂSURAREA RADIAŢIEI SOLARE

Măsurarea radiaţiei solare presupune determinarea intensităţii ei, respectiv a mărimii care caracterizează energia fluxului radiativ şi formează obiectul de studiu al unei ramuri importante a meteorologiei numită *actinometrie* sau *radiometrie.* Deoarece fluxurile radiative diferă funcţie de intensitate, lungimea de undă, mod de propagare etc., s-au construit aparate adecvate măsurării fiecăreia din ele, a căror funcţionare se bazează pe efectele calorice, termice, termoelectrice, fotoelectrice ale radiaţiei solare, în funcţie de care se folosesc două categorii de detectori: termici şi cuantici.

În general, aparatele aflate în uz în reţeaua meteorologică din România funcţionează pe baza principiilor calorice clasice, folosind detectori termici. În acest sens, se utilizează ca receptor un corp negru (tub metalic înnegrit în interior prin care trece un curent de apă, disc de argint sau plăci metalice înnegrite cu negru de fum pe partea expusă), care absoarbe radiaţia incidentă şi o transformă în căldură, încălzirea sa fiind direct proporţională cu intensitatea radiaţiei.

Măsurarea creşterii de temperatură a receptorului de face *direct* prin metode calorimetrice, termometrice sau *indirect* prin metode termoelectrice, compensatorii şi fotoelectrice (Fărcaş, 1987).

Metoda calorimetrică, cea mai veche, elaborată de V. Michelson în anul 1900 şi perfecţionată ulterior de C. Abbot, se bazează pe măsurarea diferenţei de temperatură a unui receptor prin intermediul unui curent de apă. Dintre aparatele care funcţionează pe această metodă amintim *pirheliometrul calorimetric.*

Metoda termometrică se bazează pe creşterea temperaturii unui receptor cu registru staţionar, sub influenţa radiaţiei solare. Un receptor are regim staţionar atunci când cantitatea de căldură pe care o primeşte este egală cu cantitatea de căldură cedată (aerului şi suportului receptorului) şi se realizează atunci când intensitatea radiaţiei solare este constantă, respectiv temperatura receptorului se menţine la un punct constant. Creşterea intensităţii radiaţiei solare peste acest punct determină creşterea proporţională a temperaturii receptorului. Ca receptor se foloseşte un termometru cu lichid (mercur, alcool, toluen), cu gaz, metalic (lamă bimetalică) sau o rezistenţă (conductori de cupru, platină sau nichel). Citirile se fac direct pe scala aparatului, în cazul termometrului cu lichid sau gaz, prin urmărirea cu ajutorul unui micrometru a deformărilor lamei bimetalice şi prin măsurarea temperaturii în funcţie de rezistenţa conductorului. Valorile citite sunt relative, ele trebuie transformate în valori absolute (calorii) înmulţind numărul de diviziuni citite pe scara aparatului cu constanta de etalonare. În această categorie sunt cuprinse următoarele aparate: *piranometrul Arago-Davy, actinometrul Michelson, piranograful Robitsch.*

Metoda termoelectrică presupune măsurarea intensităţii curentului termoelectric care ia naştere într-un circuit, între sudurile "calde" expuse razelor solare, şi sudurile "reci" umbrite, ale unei termobaterii. Intensitatea curentului termoelectric se determină cu ajutorul unui galvanometru, valorile respective necesitând însă transformarea în valori absolute (cal/cm^2.min) prin înmulţirea numărului de diviziuni citite pe scară cu o constantă de etalonare. Principalele aparate

construite pe acest principiu sunt: *actinometrul termoelectric Savinov-Ianişevski, piranometrul termoelectric Ianişevski, albedometrul portabil, pirgeometrul termoelectric, bilanţometrul termoelectric.*

Metoda compensaţiei măsoară valorile radiaţiei direct în calorii şi utilizează două receptoare: unul se încălzeşte până la atingerea regimului staţionar, iar celălalt se aduce la aceeaşi temperatură prin intermediul curentului electric provenit de la o baterie. Intensitatea fluxului radiativ (*I*) care cade pe receptor se determină cu ajutorul curentului de compensaţie *(i),* produs de baterie, conform relaţiei:

$$I = k * i^2,$$

unde k = coeficientul de proporţionalitate, definit funcţie de caracteristicile constructive ale aparatului.

Dintre aparatele construite pe baza acestui principiu amintim: *pirheliometrul tip Michelson, piranometrul absolut tip Angström, bilanţometrul de compensaţie.*

Metodele fotoelectrice se bazează pe modificarea proprietăţilor electrice ale substanţei receptorului (celule fotoemisive – straturi de metale alcaline şi hidruri sulfatice, celule fotoconductoare – sulfuri metalice, fotodiode – semiconductori de mare sensibilitate, fotopile – celule cu strat de blocare) datorită excitaţiei electronilor în urma absorbţiei luminii solare. Aparatele construite după aceste principii se folosesc, în general, pentru efectuarea măsurătorilor automate de la bordul avioanelor sau al sateliţilor meteorologici.

4.1.Măsurarea radiaţiei solare directe

Radiaţia solară directă reprezintă acea parte a fluxului radiativ solar, care ajunge la suprafaţa terestră fără a suferi vreo modificare pe parcurs, intensitatea ei se exprimă în calorii / cm^2 suprafaţă neagră aşezată perpendicular pe direcţia razelor solare / minut şi se măsoară în unităţi absolute (calorii) cu ajutorul pirheliometrului, iar în unităţi relative (necesită transformarea în calorii) cu actinometrul.

Actinometrul termoelectric Savinov-Ianişevski

Acest tip de actinometru (actinos = rază; metron = măsură, în limba greacă) funcţionează pe baza efectului caloric produs de radiaţia solară asupra unui corp negru aşezat perpendicular pe direcţia razelor solare, căldura respectivă fiind transformată cu ajurorul unor termoelemente în energie electrică, a cărei intensitate se măsoară cu un galvanometru.

Aparatul cuprinde următoarele elemente componente: *actinometrul propriu zis* şi *galvanometrul* (fig.2)

Actinometrul propriu-zis este alcătuit din tubul actinometric, corpul receptor şi dispozitivul de susţinere şi orientare.

Tubul actinometric confecţionat din alamă, vopsit în negru mat în interior, are o lungime de 116 mm, şi cuprinde în interior cinci diafragme, dispuse în ordinea descrescândă a diametrului deschiderii lor (20 mm, respectiv 10 mm) cu rolul de a anula mişcările turbionare ale aerului, determinate de vânt şi de a împiedica reflexia razelor solare. Gura tubului actinometric are un inel (pe care se fixează capacul), care spre margine prezintă un orificiu căruia pe inelul carcasei corpului receptor îi corespunde un punct negru ce serveşte la orientarea tubului pe direcţia razelor solare,

în aşa fel, încât pata luminoasă produsă de fascicolul de raze prin orificiu să cadă exact pe punctul negru de pe inelul carcasei.

Corpul receptor cuprinde receptorul şi suportul de fixare a conductorilor, închise într-o carcasă metalică cu rol protector. *Receptorul* este un disc de argint, subţire, dar mai mare decât deschiderea ultimei diafragme a tubului a cărui suprafaţă expusă soarelui este înnegrită cu negru de fum şi acoperită cu o peliculă de celuloid pentru a-l fixa. Pe suprafaţa opusă se află *sudurile interne* "fierbinţi" ale termocuplurilor (mici baterii alcătuite dintr-o bandă de constantan, aliaj Cu-Ni, şi una de manganin, aliaj Cu-Ni-Mn) sudate la capete şi dispuse în formă de stea, de unde şi denumirea de *steaua lui Savinov. Sudurile exterioare* "reci" sunt fixate pe un inel de cupru, izolat de corpul aparatului printr-o foiţă de hârtie impregnată cu lac. De la aceste termocupluri pleacă doi conductori (pozitiv şi negativ) care fac legătura cu galvanometrul.

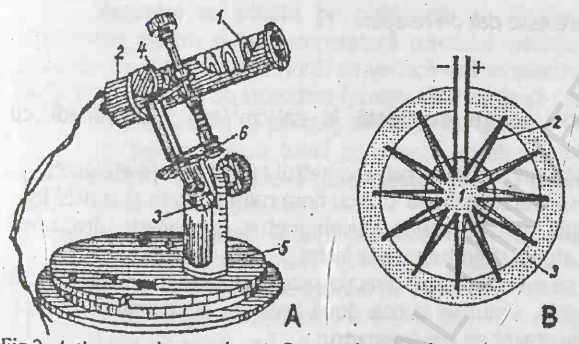


Fig.2. *Actinometrul termoelectric Savinov-Ianişevschi* (sursa: I. Fărcaş, *Măsurători şi calcule de meteorologie*, 1987, p. 33): A- 1.Tubul actinometric; 2. Carcasa protectoare a receptorului; 3. Dispozitiv de fixare a latitudinii; 4. Şurub de fixare a înălţimii; 5. Suport; 6. Disc de fricţiune pentru urmărirea Soarelui. B- Receptorul (steaua lui Savinov): 1. Sudurile calde; 2. Sudurile reci; 3. Inel de susţinere a sudurilor.

Sub influenţa razelor solare, discul receptor se încălzeşte, o dată cu el încălzindu-se şi sudurile interioare ale termocuplurilor lipite pe spatele lui, în timp ce sudurile exterioare, aflate la umbră, rămân la temperatura iniţială. Între cele două tipuri de suduri apare astfel o diferenţă de temperatură care determină formarea unui curent electric, a cărui intensitate depinde de gradul de încălzire al receptorului, respectiv de intensitatea radiaţiei solare.

Dispozitivul de susţinere şi orientare serveşte la susţinerea şi orientarea tubului actinometric pe direcţia razelor solare, astfel încât acestea să cadă perpendicular pe receptor. Cuprinde următoarele părţi componente:

- *dispozitivul de latitudine*, permite instalarea aparatului conform latitudinii locului şi se compune dintr-o scală pe care sunt marcate valorile unghiului de latitudine şi un şurub de fixare;

- *dispozitivul de declinaţie* serveşte la orientarea tubului pe direcţia razelor solare şi se compune dintr-un ax orizontal, cu şurub de fixare, în jurul căruia se poate roti tubul actinometric şi un disc de fricţiune, care asigură deplasarea tubului actinometric conform mişcării diurne a soarelui pe bolta cerească;

- *placa de bază* susţine întreg ansamblul aparatului şi este prevăzută cu un indicator pentru orientarea pe direcţia nord şi o nivelă pentru a orizontaliza aparatul.

Galvanometrul este de tip GSA-1, are scala divizată în miliamperi, o diviziune este egală cu 0,5 sau 0,1 mA, aproximativ 51 mA, corespunzând la 1 cal/cm^2/min. Pe cadranul galvanometrului este instalat şi un termometru care indică temperatura galvanometrului necesară pentru stabilirea factorului de transformare.

Determinarea factorului de transformare. Având în vedere că valorile indicate de acul galvanometrului sunt relative, ele trebuie transformate în valori absolute (calorii), respectiv trebuie determinat factorul de transformare a actinometrului (valoarea în calorii corespunzătoare unei diviziuni citite la galvanometru) prin compararea datelor citite în cadrul mai multor observaţii simultane, efectuate la actinometru şi la un aparat etalon pentru care acest factor de transformare este cunoscut (etalonul de bază pentru Europa este pirheliometrul Angstrőm de compensare).

Factorul de transformare este dat de relaţia:

$$K=\frac{I}{n},$$

unde I = intensitatea radiaţiei solare exprimată în cal/cm^2/min determinată cu pirheliometrul etalon;

n = numărul mediu al diviziunilor citite la galvanometrul aparatului de etalonat.

Operaţia de etalonare se efectuează într-o zi cu timp calm şi senin şi constă în:

1. Determinarea poziţiei zero a acului galvanometric (se citeşte diviziunea indicată de acul galvanometric atunci când tubul este închis);

2. Se deschide tubul, se orientează pe direcţia razelor solare şi la intervale de 15 secunde se fac mai multe citiri, simultan la cele două aparate, concomitent citindu-se şi temperatura termometrului ataşat de galvanometru;

3.Se acoperă orificiul tubului actinometric şi se verifică poziţia zero a acului galvanometric;

4.Datele se înscriu şi se prelucrează conform tabelului 2.

Tabel 2. Înscrierea şi prelucrarea datelor măsurate cu ajutorul actinometrului Savinov-Ianişevski

Nr. citiri	Poziţia 0 a acului galvanometric	Temperatura galvanometrului	Nr. diviz. citite pe scala galvan.	Corecţia de scară (din fişa tehnică)	Nr. diviz. după aplicarea corecţiei	Nr. diviz. citite minus diviz. 0 a acului galvan.	Intensit. rad. sol. dir.det. cu pirheliometrul	Fact de transp. coresp. fiecărei citiri
	n_0	tg	n	Δn	n_c	$n_c - n_0$	I	$K=\frac{I}{n_c-n_0}$
1								
2								
...								
Med								

Sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, Cluj, 1971, p.19.

Se construieşte apoi un grafic având pe o axă temperaturile, iar pe cealaltă valoarea factorului de transformare determinat, iar pe baza curbei obţinute prin unirea

punctelor de interferenţă a celor două elemente se întocmeşte un tabel cu factorul de transformare pentru diferite valori de temperatură. Cunoscând valoarea acestui factor pentru o anumită temperatură, intensitatea radiaţiei solare (I) va fi dată de formula:

$I = n*k$, în care:

n = numărul mediu al diviziunilor citite la galvanometru;

k = valoarea factorului de transformare.

Instalarea actinometrului Savinov-Ianişevski se face pe o planşetă sau un suport din lemn special, amenajat la o înălţime de 1,5 m faţă de sol, iar la distanţa de 1 m se află galvanometrul.

Efectuarea observaţiilor

Aparatul se scoate pe platformă cu 30 de minute înainte de efectuarea observaţiei pentru a lua temperatura mediului înconjurător, după care se orientează placa de bază pe direcţia nord, se verifică orizontalitatea ei cu ajutorul unei nivele şi se verifică dispozitivul de latitudine (poziţia lui trebuie să corespundă latitudinii locului).

În continuare se parcurg următoarele etape:

1. Se orientează tubul pe direcţia razelor solare, aşa încât fascicolul de raze care trece prin orificiul de la gura tubului să cadă exact pe punctul negru de pe inelul de la capătul opus al tubului;

2. Se lasă deschis tubul actinometric şi se unesc conductorii care pleacă de la receptorul actinometrului cu bornele (+ şi -) galvanometrului;

3. Se acoperă gura tubului cu capacul şi după trecerea timpului de inerţie (25 secunde) se citeşte poziţia zero a acului galvanometric, care, de obicei se ia a cincea diviziune de pe scală sau alta. Se poate citi astfel poziţia zero a acului galvanometric chiar dacă acesta ar putea fi deplasat spre stânga;

4. Se deschide tubul, se verifică poziţia lui pe direcţia soarelui şi, după trecerea timpului de inerţie, se efectuează 3-5 citiri la intervale de 10-15 secunde, notându-se în tabel poziţia acului, temperatura şi timpul exact. Înainte de fiecare citire trebuie verificată poziţia tubului pe direcţia razelor solare;

5. Se închide tubul şi se citeşte din nou poziţia acului galvanometric. Dacă diviziunile nu corespund se face media lor;

6. Se face media citirilor, căreia i se aplică corecţia de scară, conform fişei tehnice a aparatului, după care se scoate diviziunea medie corespunzătoare poziţiei zero a acului galvanometric, rezultatul înmulţindu-se cu coeficientul de transformare corespunzător temperaturii, conform formulei: $I = n*k$, obţinându-se valoarea în calorii a intensităţii radiaţiei solare directe.

În practică, este necesar să se cunoască intensitatea radiaţiei solare directe pe o suprafaţă orizontală, caz în care se utilizează formula: $I_1 = I \sin h_0$, în care:

I = intensitatea radiaţiei solare directe determinată cu actinometrul (pe o suprafaţă perpendiculară pe direcţia razelor solare);

h_0 = înălţimea soarelui deasupra orizontului.

Actinometrul Michelson

Are drept receptor o lamă bimetalică (fier şi invar) înnegrită pe partea expusă (pe lama de fier) cu negru de fum şi fixată într-o carcasă de cupru, nichelată la exterior pentru a reflecta razele solare Un capăt al lamei este legat de o articulaţie care permite fixarea punctului zero al aparatului, iar celălalt este continuat cu un ax de aluminiu, la extremitatea căruia este fixat un fir de cuarţ (fig. 3).

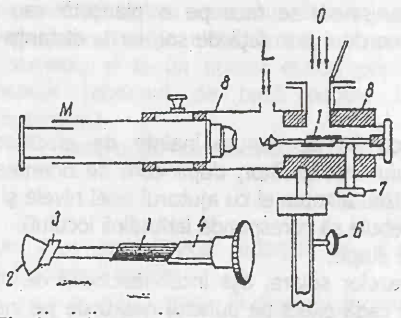


Fig. 3. Actinometrul Michelson (sursa: Gh. Pleşca, *Lucrări practice de meteorologie*, 1968, p. 76): 1. Lamă bimetalică; 2. Fir de cuarţ; 3. Oglindă; 4. Capătul fix al receptorului; 5. Picior de susţinere; 6,7. Şuruburi de reglare; 8. Carcasă de cupru; M. Microscop; O. Oglindă pentru reflectarea razelor solare; L. Deschidere pentru iluminarea firului de cuarţ.

Prin deformarea lamei metalice ca urmare a acţiunii razelor solare, firul de cuarţ se deplasează cu un număr de diviziuni *n* (citit pe scara unui microscop), proporţional cu diferenţa de temperatură dintre receptorul cu regim staţionar (*T*) şi temperatura tubului actinometric (T_0):

$n = c(T-T_0)$, unde:

c = constanta de contructie a aparatului.

Numărul de diviziuni *n*, mai este proporţional şi cu intensitatea radiaţiei *(I)*, cu coeficientul de absorbţie (α) şi cu suprafaţa acestuia *(S)* :

$n = I\alpha S$

Egalizând şi prelucrând relaţiile, rezultă intensitatea radiaţiei solare directe *(I)*:

$$I = \frac{c}{\alpha s}(T - T_0) = k(T-T_0)$$

în care: *k* = coeficientul de proporţionalitate stabilit pentru fiecare aparat în parte.

Efectuarea operaţiilor presupune:

- orizontalizarea aparatului şi orientarea lui pe direcţia razelor solare cu ajutorul dispozitivului de reglare a unghiului de înălţime a soarelui şi a unghiului orizontal;

-reglarea "gradaţiei zero" a scării aparatului în poziţia "umbrit", deschiderea aparatului şi efectuarea primei citiri după 30 de secunde;

-se verifică din nou poziţia "zero" şi se efectuează mai multe citiri consecutive (5-7), la începutul şi sfârşitul fiecărei operaţii citindu-se şi distanţa zenitală (pentru calcularea intensităţii radiaţiei solare pe suprafaţă orizontală), precum şi temperatura aparatului;

-transformarea indicaţiilor relative ale micrometrului în valori absolute, prin înmulţirea numărului de diviziuni obţinute *(n)* cu constanta de etalonare *(k)*:

$$I = n*k$$

Constanta de etalonare se obţine prin compararea valorilor indicate de actinometru cu pirheliometrul etalon, ţinând cont şi de temperatura aparatului.

Pirheliometrul calorimetric tip Michelson

Pirheliometrul calorimetric tip Michelson (piros = foc; helios = soare; metron/ = măsură) permite determinarea intensităţii radiaţiei solare directe în valori absolute (calorii) pe baza măsurării diferenţei de temperatură a unui receptor (un tub îndoit în formă de U) cu regim staţionar prin intermediul unui curent de apă. Tubul este *înnegrit* în interior cu negru de fum şi este prevăzut cu mai multe *diafragme* care au rolul de a anula reflectarea radiaţiei solare directe, cu două *termometre* cu rezistenţă de platină, iar la exterior este protejat de un vas Dewar şi un manşon de lemn (fig.4).

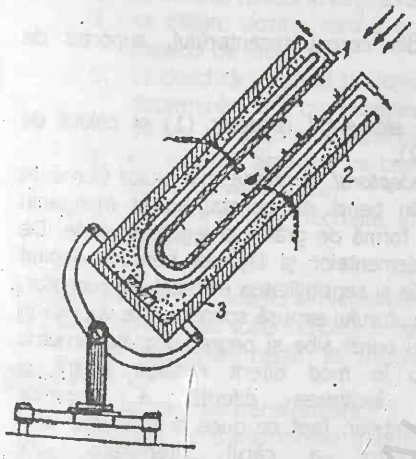


Fig. 4. Pirheliometrul calorimetric Michelson (sursa: I. Fărcaş, Măsurători şi calcule de meteorologie, 1987, p. 26): 1. Tubul actinometric; 2. Vas Dewar; 3. Tub de lemn; a şi b – termometre cu rezistenţă

Pentru a afla intensitatea radiaţiei solare directe, se măsoară debitul lichidului (W) care trece prin tub şi temperatura acestuia înainte (T_1) şi după trecerea sa peste receptor (T_2), obţinându-se în prima fază cantitatea de căldură absorbită de curentul de apă:

$$I = W(T_2-T_1)$$

Căldura absorbită este egală cu cea care cade pe receptor şi este dată de produsul dintre intensitatea radiaţiei *(I)* şi suprafaţa receptorului, expusă radiaţiilor solare *(S)*:

$$IS = W(T_2 - T_1)$$

Intensitatea radiaţiei solare directe este :

$$I = \frac{W(T2 - T1)}{S}$$

Datorită faptului că măsurătorile sunt expuse influenţei factorilor externi (vânt, radiaţii secundare), lichidul a fost înlocuit cu un disc de argint instalat pe fundul tubului care este prevăzut cu mai multe diafragme ce lasă deschis numai sectorul de cerc cu raza de 5^0 în jurul Soarelui, respectiv unghiul de sensibilitate maximă.

4.2. Măsurarea radiaţiei solare difuze şi totale (globale)

Radiaţia solară difuză reprezintă fluxul de radiaţie rezultată în urma difuziunii (împrăştierii) radiaţiei solare de către diferite particule componente ale atmosferei.

Radiaţia totală (globală) reprezintă totalitatea fluxului de radiaţie solară, difuză şi directă, ajunsă la suprafaţa terestră.

Intensitatea radiaţiei totale şi difuze se exprimă în cal/cm^2 suprafaţă orizontală/minut şi se măsoară cu piranometrul.

Piranometrul termoelectric Ianişevski

Este aparatul cel mai utilizat în reţeaua meteorologică, funcţionează pe baza aceluiaşi principiu ca şi actinometrul Savinov-Ianişevski (fig. 5) şi are următoarele părţi componente (Belozerov, Fărcaş, 1971):

- actinometrul propriu-zis, alcătuit din corpul receptorului, suportul de susţinere, ecranul de umbrire;
- galvanometrul.

Corpul receptorului se compune din elementul receptor (1) şi calota de protecţie (2).

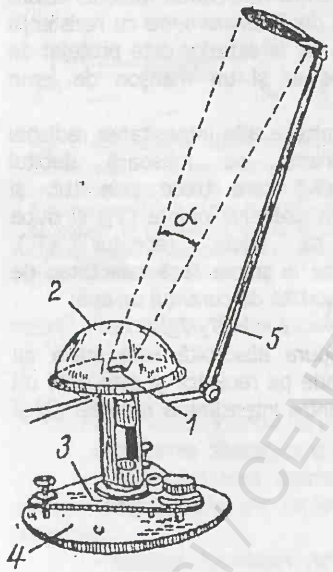


Fig. 5. Piranometrul Ianişevski (sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*,1971, p.22)

Receptorul cuprinde mai multe elemente formate din benzi de constantan şi manganin dispuse în formă de grătar şi legate în serie. De numărul elementelor şi lăţimea benzilor depind dimensiunile şi sensibilitatea elementului receptor. Partea receptorului expusă soarelui este vopsită în carouri sau benzi albe şi negre, dispuse simetric ce absorb în mod diferit radiaţia solară şi determină încălzirea diferită a sudurilor termoelementelor, fapt ce duce la formarea unui curent electric a cărui intensitate este proporţională cu intensitatea radiaţiei solare. Receptorul este fixat în poziţie orizontală, pe un cadru metalic circular, de care este izolat printr-o garnitură.

Calota de protecţie este din sticlă, fixată tot pe un cadru metalic, are rolul de a proteja receptorul de influenţa vântului şi a umezelii şi de a reţine razele calorice cu lungime de undă lungă emise de pirometru sau atmosferă prin încălzire.

Suportul de susţinere este un cilindru metalic fixat pe un dispozitiv de calare (3) şi placa de bază (4), de el fiind fixată tija de susţinere a ecranului pentru umbrire.

Ecranul de umbrire (5) (are rolul de a umbri receptorul atunci când se măsoară numai intensitatea radiaţiei difuze) – este o placă metalică circulară, fixată pe o tijă la o distanţă de receptor egală cu de 5-7 ori diametrul bazei calotei, marginile ecranului cu mijlocul receptorului formând un unghi de 10^0 (α) sub care este reţinută radiaţia solară directă (-).

Astfel, cu receptorul umbrit se obţine intensitatea radiaţiei difuze, iar cu receptorul neumbrit, intensitatea radiaţiei totale, diferenţa dintre cele două reperezentând radiaţia solară directă, de care se ţine cont la etalonarea aparatului.

Galvanometrul este de acelaşi tip ca cel folosit la actinometrul Savinov-Ianişevski.

Efectuarea observaţiilor se face ca în cazul actinometrului Savinov-Ianişevski şi presupune parcurgerea următoarelor etape:

1. se verifică modul în care a fost instalat aparatul;
2. se citeşte poziţia zero a acului galvanometric, aparatul fiind acoperit cu capacul de protecţie;
3. se deschide capacul şi, după trecerea timpului de inerţie, se fac mai multe determinări atât cu receptorul umbrit, pentru a obţine intensitatea radiaţiei difuze, cât şi cu receptorul neumbrit, pentru a determina radiaţia totală;
4. se acoperă aparatul cu capacul de protecţie şi se verifică poziţia zero a acului galvanometric;
5. pe baza citirilor efectuate, intensitatea fiecărui fel de radiaţie, exprimată în calorii va fi:

$$I=(n-n_0)\,k,$$

în care: n= numărul mediu al diviziunilor citite pentru fiecare radiaţie în parte, căreia i s-a aplicat corecţia de scală indicată în fişa tehnică a aparatului;

n_0= numărul mediu al diviziunilor corespunzător poziţiei zero a acului galvanometric;

k= factorul de transformare.

Factorul de transformare trebuie determinat prin observaţii simultane privind intensitatea radiaţiei totale şi difuze efectuate cu piranometrul şi intensitatea radiaţiei solare directe determinată cu pirheliometrul sau actinometrul tip Michelson (etalon). Aceste aparate fac determinări diferite asupra radiaţiei solare şi pentru ca valorile să poată fi comparate este necesar:

1. Transformarea intensităţii radiaţiei solare directe determinată cu actinometrul etalon în intensitate pe o suprafaţă orizontală, conform formulei:

$$I_1 = I \sin h_0;$$

2. Determinarea intensităţii radiaţiei solare directe din datele de la piranometru, conform formulei: $I= R_t - R_d$, unde

R_t = intensitatea radiaţiei totale

R_d = intensitatea radiaţiei difuze.

Factorul de transformare *(k)* al piranometrului va fi:

$$k=\frac{I \sin h_0}{n}, \text{ unde:}$$

$I \sin h_0$ - reprezintă intensitatea radiaţiei solare directe determinată cu pirheliometrul sau actinometrul etalon şi raportată la suprafaţa orizontală;

n – este numărul mediu al diviziunilor corespunzător intensităţii radiaţiei solare directe, rezultată din observaţiile de la piranometru, respectiv numărul mediu al

diviziunilot corespunzător intensităţii radiaţiei totale, minus numărul mediu al diviziunilor corespunzător intensităţii radiaţiei difuze.

Piranometrul absolut Angström permite determinarea radiaţiei difuze şi globale pe suprafaţa orizontală în valoare absolută (cal/cm^2. min) (fig. 6).

Receptorul este compus din două perechi de lame de manganin, dispuse alternativ, una vopsită în negru, absoarbe radiaţia solară, iar cealaltă vopsită în alb de magneziu, are rolul de a reflecta radiaţia solară. Pe partea internă a lamelor sunt lipite sudurile unor cupluri termoelectrice confecţionate din constantan şi manganin, în circuitul cărora se introduce un galvanometru, iar lamele albe sunt legate în circuitul unei baterii electrice, în care mai intră un reostat şi un miliampermetru.

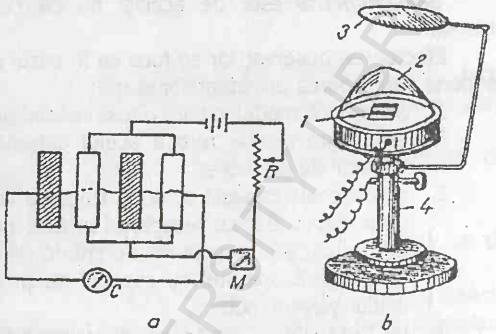


Fig.6. Piranometrul absolut Angström (sursa: Gh. Pleşca, *Lucrări practice de meteorologie*, 1968, p.79): a) schema electrică; b) vedere de ansamblu; 1. Termobaterie; 2. Calota de sticlă; 3. Ecran; 4. Suport; M. Miliampermetru; G. Galvanometru; R. Rezistenţă.

Receptorul este protejat de o calotă de sticlă, care are rolul de a permite trecerea radiaţiilor solare directe şi difuze de undă scurtă şi să oprească radiaţiile de undă lungă emise de corpurile din jur şi de plesa receptoare, precum şi de a feri suprafaţa acesteia de acţiunea vântului şi a precipitaţiilor.

În rest, din punct de vedere constructiv, se aseamănă cu cel construit anterior. Funcţionarea lui se bazează pe curentul electric creat de diferenţa de temperatură dintre sudurile "calde" şi "reci" ale termobateriei, ca urmare a încălzirii diferite a lamelelor albe şi negre. Intensitatea curentului electric creat se măsoară la galvanometru, iar compensarea lui se realizează prin încălzirea lamelelor albe de către curentul electric produs de bateria de elemente, până când acul galvanometrului revine la zero, moment în care se citeşte intensitatea curentului de compensaţie indicat de miliampermetru.

Intensitatea radiaţiei solare este direct proporţională cu intensitatea curentului de compensaţie, la care se adaugă coeficientul de absorbţie al celor două lame, coeficientul de permeabilitate a calotei de sticlă şi suprafaţa lamelor (Fărcaş, 1987).

4.3. Măsurarea radiaţiei reflectate

Radiaţia reflectată este acea parte a radiaţiei solare reflectată de către suprafaţa pământului.

Capacitatea de reflexie a suprafeţei terestre (sau a unui corp în general) se numeşte *albedou*, mărimea lui se exprimă în procente şi este dată de raportul dintre radiaţia reflectată *(R_r)* şi radiaţia totală *(R_t)* :

$$A=\frac{Rr}{Rt}\,.\,100$$

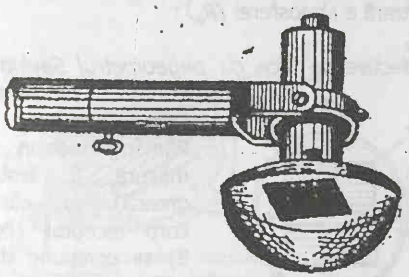


Fig.7. Albedometrul Ianişevski (sursa: Gh. Pleşca, *Lucrări practice de meteorologie*, 1968, p.83 cu modificări)

În reţeaua meteorologică naţională se utilizează albedometrul Ianişevski (fig. 7) care este de fapt un piranometru termoelectric răsturnat, respectiv suportul de susţinere permite aducerea receptorului cu faţa în jos în vederea măsurării radiaţiei reflectate sau cu faţa în sus, pentru a obţine intensitatea radiaţiei globale.

Intensitatea curentului electric produs de termobaterie se măsoară la galvanometru.

Efectuarea observaţiilor constă în calcularea intensităţii celor două tipuri de radiaţii şi calcularea albedoului, conform formulei:

$$A=\frac{k(nRr-n_0)}{k(nRt-n_0)}.100,$$

unde:

k = factorul de transformare;

nR_r = numărul mediu al diviziunilor corespunzător intensităţii radiaţiei solare reflectate;

nR_t = numărul mediu al diviziunilorcorespunzător intensităţii radiaţiei totale;

n_0 = numărul mediu al diviziunilor corespunzător poziţiei zero a acului galvanometric.

Prelucrând formula de mai sus rezultă:

$$A=\frac{nRr-n_0}{nRt-n_0}.100,$$

deci este suficientă citirea diviziunilor, respectiv se poate lucra direct cu valori relative, deoarece albedoul se exprimă în procente.

Observaţiile presupun efectuarea următoarelor etape:

1. stabilirea poziţiei zero a acului galvanometric (cu aparatul acoperit);
2. ridicarea capacului protector şi efectuarea mai multor observaţii cu receptorul orientat în sus (radiaţia totală) şi în jos (radiaţia reflectată);
3. verificarea poziţie zero a acului galvanometric;
4. calcularea numărului mediu al diviziunilor, corespunzător fiecărui fel de radiaţie, aplicarea corecţiei de scală şi prelucrarea datelor conform formulei.

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ

4.4.Măsurarea radiaţiei efective *(R_e)*

Radiaţia efectivă *(R_e)* reprezintă diferenţa dintre radiaţia terestră (emisă de Pământ în spaţiul cosmic) *(R_p)* şi radiaţia contrară a atmosferei *(R_a)*:

$$R_e = R_p - R_a$$

Determinarea intensităţii radiaţiei efective se face cu *pirgeometrul Savinov-Ianişevski* (piros=foc; geos = Pământ; metron = măsură, în limba greacă) al cărui corp receptor (fig. 8) se compune din mai multe benzi de cupru, unele nichelate, altele vopsite în negru (1), aşezate orizontal şi dispuse în carouri. Pe partea inferioară a benzilor de cupru se află sudurile unei baterii termoelectrice, alcătuite din benzi de constantan şi manganin, legate la un galvanometru.

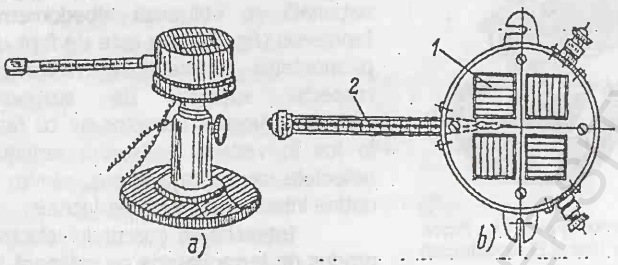


Fig.8. Pirgeometrul Savinov-Ianişevski (sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*,1971, p.27): a) Vedere de ansamblu; b) Văzut de deasupra

Benzile nichelate reflectă razele cu lungime de undă lungă, iar cele vopsite le absorb, se încălzesc şi conform legii lui Stephan şi Boltzman emit radiaţii cu lungime de undă lungă, creindu-se astfel o diferenţă de temperatură care generează un curent electric, a cărui intensitate este direct proporţională cu radiaţia efectivă şi se măsoară la galvanometru.

Valoarea radiaţiei efective se obţine utilizând formula:

$$R_e = k*n$$, unde:

k= coeficientul de proporţionalitate dependent de viteza vântului, indicat în fişa tehnică a aparatului;

n = numărul mediu al diviziunilor citite la galvanometru, din care s-a scăzut diviziunea medie corespunzătoare poziţiei zero a acului galvanometric.

Pentru a determina radiaţia contraatmosferică trebuie cunoscută radiaţia proprie a aparatului *($E = \delta T^4$)*, motiv pentru care el este prevăzut cu un termometru care indică temperatura aparatului. Radiaţia efectivă este dată de relaţia :

$$R_e=\delta T^4-k*n$$

4.5. Măsurarea bilanţului radiativ

Bilanţul radiativ se defineşte ca fiind diferenţa dintre fluxul de radiaţie primit de către suprafaţa pământului şi radiaţia cedată sau pierdută sub diferite forme, valoarea lui se exprimă în calorii/cm^2 suprafaţă orizontală/minut şi se măsoară cu bilanţometrul.

Bilanţometrul termoelectric

Este un aparat simplu, utilizat în staţiile din reţeaua meteorologică naţională, conceput de I.G. Luterstein şi construit de Ianisevski (fig. 9).

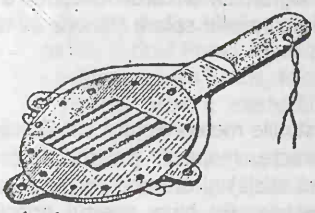


Fig.9. Bilanţometrul termoelectric (sursa: V.Belozerov, I.Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p.28)

Receptorul lui este format din doul lame de cupru dispuse paralel, faţă în faţă, înnegrite pe partea expusă soarelui şi având prinse pe partea inferioară sudurile pare şi impare ale termobateriei. Una din plăci este orientată în sus pentru a primi radiaţia totală şi contrară a atmosferei, iar cealaltă este orientată în jos pentru a capta radiaţia infraroşie şi cea reflectată de sol.

Datorită diferenţei de încălzire dintre cele două lame, în circuit apare un curent termoelectric, a cărui intensitate se măsoară la un galvanometru.

Valoarea bilanţului radiativ este dată de produsul dintre numărul de diviziuni citite pe scara galvanometrului şi factorul de transformare *(k)*, după ce s-a scăzut numărul diviziunilor corespunzătoare poziţiei zero a acului galvanometric şi s-a aplicat corecţia de scală.

Intensitatea bilanţometrului este însă influenţată de viteza vântului, motiv pentru care concomitent cu efectuarea observaţiilor la bilanţometru se fac şi observaţii privind viteza vântului cu un anemometru fixat pe acelaşi suport cu bilantometrul.

Bilanţul radiativ este dat de relaţia:

$$B = k*n*k_v$$ în care:

k_v = coeficientul de viteză al vântului, ale cărui valori sunt indicate în tabele speciale.

Instalarea aparatelor actinometrice

Aparatele actinometrice se instalează pe platforma staţiei conform schemei de organizare a platformei meteorologice (vezi cap. 1).

Aparatele sunt aşezate şi fixate pe un stativ de lemn, pentru toate folosindu-se acelaşi galvanometru, instalat într-o cutie cu capac pentru a fi protejat de intemperii şi legat de fiecare aparat prin intermediul unui tablou de legături.

Parcela din jurul instalaţiei trebuie să fie înierbată şi să aibă aspectul general natural al platformei meteorologice. Pentru a nu călca iarba în timpul observaţiilor, se utilizează o bancă de lemn rabatabilă, care după observaţii şi în intervalul dintre ele, este ridicată. Aparatele trebuie acoperite în perioadele de timp în care nu sunt utilizate pentru a le feri de praf şi de efectele vremii.

Efectuarea observaţiilor se face la interval de 3 ore, conform programului staţiilor actinometrice.

5. MĂSURAREA DURATEI DE STRĂLUCIRE A SOARELUI

Durata de strălucire a soarelui reprezintă intervalul de timp, din cursul unei zile, în care soarele a strălucit pe bolta cerească şi se exprimă în număr de ore şi minute cu insolaţie. Ea se măsoară cu ajutorul heliografului, a cărui funcţionare se bazează pe efectele termice, fotografice sau electrice ale razelor solare (funcţie de care s-au elaborat mai multe metode de determinare).

5.1. Înregistrarea termică

Majoritatea heliografelor aflate în exploatare în staţiile meteorologice din România se bazează pe efectul termic al radiaţiei solare directe, respectiv pe concentrarea razelor solare de către o sferă masivă de cristal (sau sticlă) şi arderea produsă pe o bandă de hârtie (heliograma) aflată în focarul acesteia. Pe baza acestui principiu funcţionează heliograful Campbell-Stockes şi variantele sale: Fuess, Metra, Universal. Indiferent de tip, ele cuprind următoarele părţi componente: sfera de cristal, placa de fixare a heliogramei şi suportul de susţinere cu dispozitivul de latitudine (fig. 10).

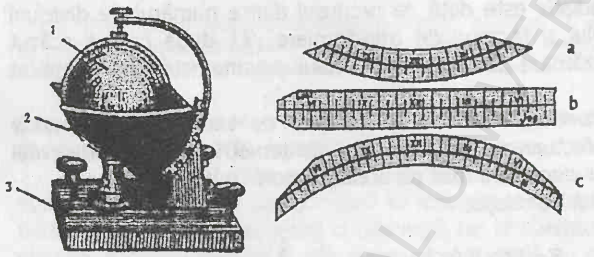


Fig.10. Heliograful Campbell-Stokes (sursa: D. Bacinschi, Gh. Burciu, *Meteorologie*, 1981, p. 234, cu modificări): 1. Sfera de sticlă; 2. Montura metalică; 3. Suportul. Alăturat tipuri de heliograme pentru diferite perioade: a) octombrie-martie; b) martie-aprilie şi septembrie-octombrie; c) aprilie-august.

Sfera (1) este confecţionată din cristal (sau sticlă) şi are rol de lentilă convergentă, respectiv, datorită formei sferice, focarul ei în care se concentrează razele solare, se deplasează concentric conform mişcării aparente a soarelui pe bolta cerească.

Placa de fixare a heliogramei (2) dispusă concentric sferei, pe linia de deplasare a focarului, este de fapt o placă metalică, curbată, prevăzută pe partea interioară cu nişte jgheaburi (trei la tipul Fuess şi două la tipul Universal) pentru fixarea heliogramelor.

La tipul Fuess această placă este fixă , iar la cel Universal este mobilă fapt ce permite utilizarea sa pentru orice latitudine.

La latitudinea ţării noastre, în decurs de o zi, la heliograful Universal, poziţia plăcii de fixare se schimbă de două ori: la ora 12 când se orientează spre vest şi după apusul soarelui, când se orientează spre est, poziţia corectă a plăcii fiind marcată pe discul de susţinere cu litera A pentru schimbarea de seară şi cu B pentru cea de amiază.

Dispozitivul de latitudine (3) permite stabilirea poziţiei heliografului conform latitudinii locului, cadranul dipozitivului fiind gradat în grade de latitudine (la heliograful Universal gradaţiile sunt cuprinse de la 0 la 90^0), iar fixarea poziţiei se face cu un şurub special.

Heliogramele (fig. 10) sunt benzi de hârtie (semicarton), de un anumit format, pe care sunt marcate orele şi jumătăţile de oră. Linia corespunzătoare orei 12 este notată cu XII. Această linie, la fixarea heliogramei pe placă, trebuie să se suprapună exact pe linia de pe placă ce marchează ora 12. Lungimea şi formatul heliogramelor variază în funcţie de tipul heliografului şi intervalul în care se fac observaţiile.

Astfel, la tipul Fuess se utilizează trei categorii:

- având curbura în sus, folosite pentru intervalul 21 octombrie - 10 martie;
- drepte, pentru intervalul 11 martie – 20 aprilie şi 11 septembrie – 20 octombrie;
- având curbura în jos, pentru intervalul 20 aprilie – 10 septembrie.

Fiecărui tip de heliogramă îi corespunde un jgheab pe placa de fixare, fixarea corectă a acesteia verificându-se cu un cui care, introdus printr-un orificiu de pe placă, situat în dreptul poziţiei de la ora 12, trebuie să perforeze heliograma în dreptul diviziunii XII.

La heliograful Universal se utilizează numai două tipuri de heliograme: drepte (utilizate în intervalele 1 martie – 15 aprilie şi 1 septembrie – 15 octombrie) şi curbe (folosite pentru intervalele 16 aprilie – 31 august şi 16 octombrie – 29 februarie).

Instalarea heliografului

Heliograful se instalează în prezenţa şefului staţiei şi a unui meteorolog de la serviciul meteorologic pe un stâlp plantat în partea central-sudică a platformei, la înălţimea de 1,6 m faţă de sol (valoare măsurată la nivelul centrului bilei).

Înaintea fixării definitive aparatul va fi reglat funcţie de latitudine (se aduce liniuţa index de pe nişa lui metalică în dreptul diviziunii de pe scala latitudinilor, care corespunde latitudinii staţiei respective) şi orientat după meridianul locului (se determină cu ajutorul ecuaţiei timpului ora şi minutul amiezii adevărate din ziua când se face orientarea, după care aparatul se fixează, astfel încât în momentul stabilit, punctul luminos dat de convergenţa razelor solare, să cadă exact pe linia care marchează ora 12 pe diagramă).

În această poziţie heliograful se fixează cu şuruburi (după ce în prealabil conturul său a fost marcat cu creionul pe placa de fixare montată pe stâlp) pentru a evita montarea deplasată faţă de locul stabilit.

Pentru a afla amiaza adevărată, din tabelul ecuaţiei timpului (tabelul 3) se află diferenţa dintre timpul local mijlociu şi timpul solar adevărat după care se adaugă cu semnul respectiv, la ora locală mijlocie determinată prin însumarea algebrică la ora oficială, a diferenţei existente între timpul orficial şi timpul local mijlociu Ciulache, 1973).

Exemplu: presupunem că heliograful se instalează în data de 16 septembrie pe platforma staţiei meteorologice Oradea situată în dreptul meridianului de 21^0 54' longitudine estică, amiaza adevărată va avea loc la 12h 27' 24".

Pentru a determina această oră s-a procedat astfel: s-a făcut diferenţa dintre timpul oficial şi timpul local mijlociu ($30^0 - 21^0$ 54' = 8^0 06'), care transformată în minute şi secunde (32' 24") şi adăugată orei oficiale 12, dă ora locală 12h 32' 24", căreia i se adaugă algebric diferenţa de –5' dintre timpul local mijlociu şi timpul solar

adevărat (înscrisă în tabelul ecuației timpului pentru ziua de 16 septembrie) obținându-se ora amiezii adevărate :

12h 32' 24" – 5' = 12h 27' 24"

Tabelul 3. Ecuația timpului (minute și zecimi de minute)

Ziua	Luna											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	+ 3.0	+13.5	+12.5	+4.0	-3.0	-2.5	+3.5	+6.0	0.0	-10.0	-16.5	-10.0
4	+ 4.5	+14.0	+12.0	+3.0	-3.0	-2.0	+4.0	+6.0	-1.0	-11.0	-16.6	-10.0
7	+ 6.0	+14.0	+11.0	+2.5	-3.5	-1.5	+4.5	+5.5	-2.0	-12.0	-16.5	- 8.5
10	+ 7.0	+14.5	+10.5	+1.5	-3.5	-1.0	+5.0	+5.5	-3.0	-13.0	-16.0	- 7.5
13	+ 8.5	+14.5	+ 9.5	+0.5	-3.5	0.0	+5.5	+5.0	-5.0	-13.5	-15.5	- 6.0
16	+ 9.5	+14.5	+ 9.0	0.0	-3.5	+0.5	+6.0	+4.5	-5.0	-14.5	-15.5	- 4.5
19	+10.5	+14.0	+ 8.0	-1.0	-3.5	+1.0	+6.0	+3.5	-6.0	-15.0	-14.5	- 3.0
22	+11.5	+14.0	+ 7.0	-1.5	-3.5	+1.5	+6.5	+3.0	-7.0	-15.5	-14.0	- 1.5
25	+12.0	+13.5	+ 6.0	-2.0	-3.0	+2.5	+6.5	+2.0	-8.0	-16.0	-13.0	0.0
28	+13.0	+13.0	+ 5.5	-2.5	-3.0	+3.0	+6.5	+1.5	-9.0	-16.0	-12.0	+ 1.5
31	+13.5		+ 4.5		-2.5		+6.5	+1.5		-16.5		+ 3.0

Sursa: S. Ciulache, *Meteorologie - manual practic*, 1973, p.111

Aceasta este ora oficială la care se produce amiaza adevărată în ziua de 16 septembrie și momentul când punctul focal al sferei trebuie să cadă exact pe diviziunea marcată cu XII pe diagramă.

Efectuarea înregistrărilor și citirea heliogramelor

Razele solare, atingând suprafața sferei heliografului sunt, concentrate în focarul acesteia sub forma unui punct care produce o arsură pe heliogramă, evidențiată de prezența unei dâre, dată de mișcarea aparentă a soarelui pe bolta cerească, de la est la vest. Durata de strălucire a soarelui variază direct proporțional cu lungimea acesteia.

Pentru efectuarea unor înregistrări corecte, în tot cursul anului, se vor respecta următoarele reguli (I.N.M.H., 1995):

- se vor utiliza tipurile de heliograme corespunzătoare sezonului respectiv;
- heliogramele vor fi așezate corect în jgheabul heliografului, funcție de tipul aparatului și exact pe linia verticală care marchează ora 12. Astfel înregistrările vor fi subțiri, ușor de descifrat și fidele realității;
- deoarece focarul sferei heliografului se deplasează în sens invers față de deplasarea aparentă a soarelui pe bolta cerească, heliogramele se vor introduce în așa fel, încât partea cu cifrele care corespund orelor de dimineață să fie spre vest, iar cele cu orele de după amiază spre est;
- se va verifica lunar orientarea heliografului față de meridianul locului, orizontalitatea și poziția în raport cu latitudinea;
- sfera va fi menținută curată, iar dacă se constată depuneri de gheață , acestea vor fi eliminate cu ajutorul unei cârpe înmuiată în alcool (dacă heliogramele sunt prinse cu gheață, pentru eliberare se va turna alcool în jgheabul metalic);

• pe timp senin, de mai multe ori pe lună, se vor face determinări ale "orelor reale" de răsărit şi apus, notându-se pe spatele heliogramei timpul solar mediu local, când primele şi ultimele raze solare (dimineaţa, respectiv seara) luminează heliograful.

Schimbarea heliogramelor se face zilnic după apusul soarelui, indiferent dacă heliograma prezintă sau nu înregistrări. După scoaterea heliogramei, pe spatele ei se vor nota: denumirea staţiei, ziua, luna, anul, ora şi minutul fixării şi scoaterii ei.

Descifrarea heliogramei se realizează după scoaterea ei de pe suport şi constă în stabilirea lungimii totale a dârei carbonizate, care se exprimă în ore şi zecimi de oră. Aprecierea se face pentru fiecare interval de câte o oră în parte (orele sunt marcate prin linii lungi verticale, iar jumătăţile de oră prin linii scurte verticale) în zecimi de oră, care se notează în partea de jos a heliogramei, în dreptul orei respective.

Dacă înregistrarea este continuă (deci întreg intervalul de o oră de pe heliogramă prezintă arsura) se înscrie 1.0, iar dacă numai o parte a intervalului este carbonizat, se notează valoarea apreciată în zecimi (ex.: 0.1; 0.4 etc.). dacă arsura este discontinuă, se determină durata fiecărei porţiuni în parte, iar pe heliogramă se notează suma tuturor porţiunilor de arsură din ora respectivă, la descifrare luându-se în considerare şi cele mai slabe urme de arsură. Urmele foarte mici, de mărimea unui punct, se apreciază ca având durata de o zecime de oră (0,1), numai dacă lungimea urmei respective este mai mare sau egală cu jumătate dintr-o zecime de oră (0,05h). dacă arsurile punctiforme, izolate sunt situate în diferite intervale orare, suma lor se apreciază la o zecime de oră (0,1h) şi aceasta se înscrie în unul dintre aceste intervale orare. Când arsurile sunt foarte mici, respectiv lungimea lor este mai mică decât o jumătate dintr-o zecime de oră, ele se notează cu 0,1 numai dacă o arsură reprezintă unica urmă a strălucirii soarelui din cursul unei zile.

La descifrarea heliogramelor de tip Fuess se va verifica locul în care sunt perforate, dacă acesta nu se suprapune orei 12 la prelucrare, toate diviziunile de pe heliogramă vor fi decalate cu valoarea deplasării perforării în sensul respectiv.

5.2. Înregistrarea fotografică se realizează cu ajutorul heliografului Pears şi constă în fotografierea continuă a soarelui prin impresionarea unei hârtii fotografice. Heliograful Pears are o oglindă convexă, care proiectează imaginea soarelui printr-o lentilă, pe o placă fotografică. Lentila preia şi măreşte imaginea, unghiul sub care se observă acesta rămânând constant. Descifrarea presupune însumarea unghiurilor în care hârtia a fost impresionată.

5.3. Inregistrarea electrică se utilizează rar în practica meteorologică. Funcţionarea heliografului respectiv se bazează pe închiderea unui circuit electric cu ajutorul a două termometre bimetalice sau cu lichid. Astfel, la heliograful Marvin se utilizează două termometre identice montate în poziţii opuse, unul din rezervoare fiind transparent (sticlă şi alcool), iar celălalt înnegrit. Prin încălzirea rezervorului înnegrit se pune în mişcare un index de mercur, care stabileşte un contact electric cu capetele firelor fixate în dreptul pragului ce separă cele două rezervoare (Fărcaş, 1987)

6. MĂSURAREA TEMPERATURII AERULUI ŞI A SOLULUI

6.1. Scări termometrice

Măsurarea temperaturii aerului se face cu ajutorul termometrelor meteorologice, a căror funcţionare se bazează pe proprietatea care o au corpurile lichide sau solide de a-şi mări sau micşora volumul funcţie de variaţiile de temperatură.

Temperatura indicată de un termometru reprezintă punctul de echilibru care se stabileşte între temperatura corpului termometrului şi temperatura mediului sau a corpului cu care este pus în contact.

Unitatea de măsură a temperaturii este gradul de temperatură. El corespunde unei diviziuni de lungime a scării liniare, iar mărimea acestei diviziuni depinde de scara folosită. În acest sens, pe plan internaţional se folosesc următoarele scări:

- *scara Celsius* divizată în centigrade, este cuprinsă între punctele de îngheţ (0^0 C) şi de fierbere (100^0 C) ale apei;
- *scara Réaumur* cuprinsă între 0^0 şi 80^0 R;
- *scara Fahrenheit* cuprinsă între 32^0 F şi 212^0 F.

Transformarea valorilor de temperatură dintr-o scară în alta se face plecând de la relaţia:

$$\frac{C}{100}=\frac{R}{100}=\frac{F-32}{180}\Big/:\frac{1}{20}$$

$$\frac{C}{5}=\frac{R}{4}=\frac{F-32}{9}$$

Pe lângă acestea se mai utilizează, în împrejurări speciale, *scara Kelvin* (scara temperaturilor absolute) care are gradaţiile egale cu cele ale scării Celsius (1^0 C = 1^0 K), de care se deosebeşte însă prin reperele sale: 0^0 K = $-273{,}15\ ^0$C (zero absolut), iar 0^0 C este echivalentul gradaţiei maxime egală cu $273{,}15^0$ K. De aici rezultă relaţia:

$$T^0K = 273{,}15^0K + t^0C$$

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

6.2. Instrumente şi aparate pentru măsurarea temperaturii aerului

Termometre cu citire directă

În practica meteorologică se utilizează în principal termometre cu lichid (elementul sensibil faţă de variaţiile termice îl constituie un lichid) care poate fi:

-mercur – are punctul de îngheţ situat la –38,9^{0}C, punctul de fierbere la 356,9^{0}C, iar conductivitatea termică şi coeficientul de dilatare ridicate, motiv pentru care el se utilizează la măsurarea temperaturilor mai ridicate. Pentru măsurarea temperaturilor scăzute (sub punctul de îngheţ al mercurului), în practică, se utilizează amalgamul de mercur şi taliu (4%) care asigură măsurarea temperaturilor până la –62^{0}C;

-alcool (spirt etilic) - are punctul de îngheţ situat la –117,3^{0}C, iar cel de fierbere la 78,5^{0}C;

- toluen (metilbenzen) - are punctul de îngheţ de –95,1^{0}C, iar cel de fierbere de 110,5^{0}C.

Ultimele două, datorită punctului de îngheţ scăzut, se utilizează la măsurarea temperaturilor negative şi nu sunt indicate pentru măsurarea temperaturilor pozitive, întrucât la temperaturi ridicate elementul sensibil se evaporă foarte uşor, iar vaporii care se formează în vidul capilarului pot denatura exactitatea indicaţiilor, motiv pentru care indicaţiile lor se verifică prin comparare cu cele ale termometrelor cu mercur, care reprezintă termometrul de bază în observaţiile meteorologice.

Un termometru cu lichid are următoarele părţi componente:

- tubul capilar;
- rezervorul, situat la baza tubului capilar, cu formă cilindrică, sferică, ovală sau de furcă;
- lichidul termometric, aflat în rezervor;
- scara termometrului, care poate fi o placă de opal sau poate fi marcată direct pe tubul capilar;
- tubul de sticlă, are rolul de a proteja capilarul şi placa de opal.

De forma şi mărimea rezervorului depind trăsăturile esenţiale ale termometrului: precizia şi sensibilitatea (inerţia).

Precizia este dată de lungimea gradaţiei minime a termometrului, care este proporţională cu volumul mercurului din rezervor şi cu coeficientul său de dilatare (diferenţa dintre coeficientul de dilatare al mercurului şi al sticlei) şi invers proporţională cu suprafaţa rezervorului. Lungimea gradaţiei minime variază între 0,2^{0}C la termometrul obişnuit, 0,5^{0}C la termometrele pentru măsurarea temperaturilor extreme şi 1^{0}C la cele pentru măsurarea temperaturii solului sau apei la mare adâncime.

Inerţia se exprimă prin durata în timp necesară unui termometru să primească temperatura mediului în care a fost introdus şi depinde de coeficientul de inerţie exprimat prin produsul dintre căldura specifică a lichidului şi masa lui, raportat la suprafaţa rezervorului. Inerţia atinge 1-2 minute şi chiar mai mult în cazul termometrelor pentru măsurarea temperaturii solului sau apei.

Principalele termometre cu lichid utilizate în practica meteorologică sunt: *termometrul meteorologic normal, termometrul de maximă, termometrul de minimă* folosite pentru măsurarea temperaturii aerului şi *termometrul cu cot, termometrul cu tragere verticală, termometrul sondă,* pentru măsurarea temperaturii solului.

Termometrul meteorologic normal

Este un termometru cu mercur sau amalgam, cu rezervorul de formă sferică, ce are drept scală o placă de opal (fig. 11), fixată la capilar şi divizată din $0,2^0$ în $0,2^0$ C, limitele ei fiind cuprinse între -36^0C şi $60\text{-}70^0$C.

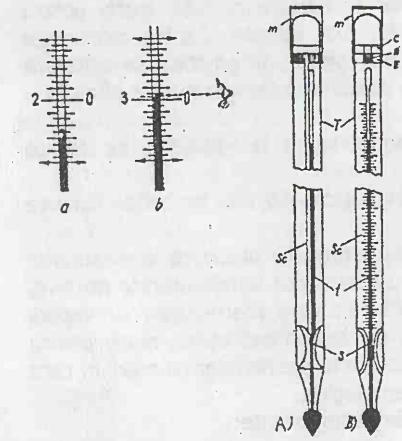


Fig.11. Termometrul normal; A. Vedere laterală; B. Vedere din faţă; a şi b – exemple de citiri (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I.D. – 27-65*,1965, p. 24): T. Tubul de sticlă; m. Garnitura cilindrică metalică; E. Garnitură de ebonită; a. Arc metalic; c. Rondelă de lemn; S. Garnitura de sticlă; t. Tubul capilar; sc. Scara termometrului

Funcţionarea lui este simplă: înălţimea coloanei de mercur din capilar variază o dată cu schimbările de temperatură, indicând astfel temperatura aerului în momentul observaţiei.

De obicei, el este o parte componentă a psihrometrului, motiv pentru care se mai numeşte *termometru "uscat"* sau *"psihrometric"*.

În adăpostul meteorologic este situat pe un suport, în poziţie verticală, cu rezervorul aflat la înălţimea de 2 m faţă de nivelul solului, alături de un alt termometru normal (ordinar) care are însă rezervorul înfăşurat într-o bandă de tifon care se umezeşte când se fac observaţii şi, împreună, alcătuiesc aparatul numit *psihrometru.*

Termometrul de maximă

Este un termometru cu mercur cu rezervorul de formă sferică sau cilindrică, având limitele scalei cuprinse între -36^0 şi $+51^0$C, cu diviziunea cea mai mică a scalei de $0,5^0$C.

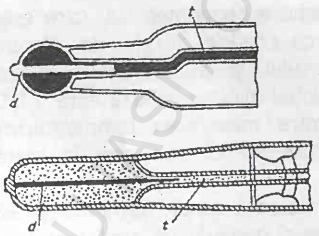


Fig. 12. Conformaţia rezervorului termometrului de maximă (Comitetul de Stat al apelor, *I.D.-27-65.* 1965, p.26)

Se deosebeşte de termometrul normal (fig. 12) prin faptul că lângă rezervor, are tubul capilar gâtuit sau îngustat cu un *fir de sticlă* , care nu permite mercurului o dată pătruns în capilar datorită creşterii temperaturii, să se retragă în rezervor atunci când temperatura scade, coloana de mercur rămânând în întregime în capilar, indicând temperatura maximă care a existat în intervalul de la ultima operare a termometrului şi până în momentul observaţiei.

În adăpostul meteorologic este situat pe acelaşi suport cu termometrul de minimă, în poziţie culcată cu capătul superior ceva mai ridicat decât rezervorul (fig. 25).

Termometrul de minimă

Este un termometru cu toluen sau alcool bine rafinat (95^0), care are rezervorul de formă cilindrică sau de furcă (pentru a i se mări suprafaţa de contact cu aerul). Limitele ale scalei sale sunt cuprinse între –50^{0}C şi +55^{0}C, cea mai mică diviziune fiind de 0,5^{0}C (Belozerov, Fărcaş, 1971).

Fig. 13.Termometrul de minimă şi incicele său(sursa:D. Bacinschi, Gh. Burciu, *Meteorologie*, 1981, p. 134)

Se deosebeşte de celelalte termometre prin prezenţa în interiorul capilarului a unui *indice* (fig. 13) respectiv o piesă din sticlă sau porţelan, alungită sau bombată care se poate deplasa liber în interiorul coloanei de alcool, fără a împiedica circulaţia alcoolului.

La instalare, indicele de porţelan trebuie să se găsească în interiorul coloanei de alcool, cu capătul din dreapta (opus rezervorului) aflat în contact cu pelicula superficială, care formează meniscul concav al alcoolului din tubul capilar

O dată cu scăderea temperaturii, alcoolul se contractă, coloana se micşorează iar indicele este antrenat către rezervor, deoarece forţa de frecare a capetelor sale cu pereţii capilarului este mai mică decât forţa de rezistenţă a peliculei superficiale (dată de coeziunea dintre moleculele alcoolului).

Când temperatura creşte, alcoolul se dilată prelungindu-se printre pereţii tubului capilar şi capetele indicelui, fără ca acesta să fie antrenat către valorile mai mari de temperatură, fapt explicat prin contactul strâns pe care îl are indicele cu partea interioară a peliculei superficiale, capătul din dreapta al indicelui indicând temperatura minimă înregistrată în acel interval de timp.

În adăpostul psihrometric este aşezat pe stativul psihrometrului în poziţie orizontală, condiţie obligatorie pentru buna funcţionare.

Termometrul de maximă şi minimă Six-Bellani

Se utilizează în staţiile meteorologice doar ca termometru de rezervă pentru verificarea temperaturilor citite la termometrul de maximă şi minimă.

Termometrul Six-Bellani (fig. 14) are tubul capilar în formă de U, terminat la capete cu câte un rezervor cu alcool sau toluen (C.S.A., 1965).

Rezervorul din stânga, de formă cilindrică, este umplut în întregime cu alcool şi joacă rolul principal, în sensul că numai el sesizează variaţiile termice, iar rezervorul din dreapta, în formă de pară, incomplet umplut cu alcool serveşte doar ca supapă cu dublu sens pentru cel dintâi (amortizor), motiv pentru care se numeşte rezervor de nivelare.

Alcoolul din cele două rezervoare ocupă şi porţiunile superioare ale celor două ramuri ale tubului capilar care le uneşte, iar în interiorul lor există câte un indice metalic mobil.

Porţiunile inferioare ale ramurilor tubului capilar sunt umplute cu mercur, care separă cele două coloane de alcool şi care joacă rolul de transportor al indexurilor.

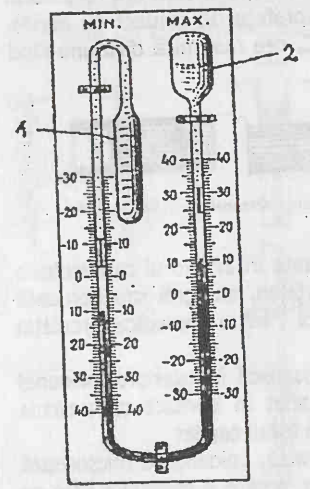


Fig.14. Termometrul Six-Bellani (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I.D.-27-65*, 1965, p.33)

Când termometrul se pune în stare de funcţionare (trebuie aşezat în poziţie perfect orizontală) cei doi indici trebuie să aibă capetele inferioare (opuse rezervoarelor) în contact cu capetele corespunzătoare coloanei de mercur, ei indicând temperatura minimă (indexul din stânga) sau maximă (indexul din dreapta), citită la capătul de jos al lor. Astfel, dacă temperatura creşte, alcoolul din braţul stâng se dilată împingând mercurul în partea opusă şi, o dată cu el, şi indexul drept, în timp ce indexul din stânga rămâne pe loc, indicând temperatura minimă; când temperatura scade, mercurul se retrage spre stânga, în timp ce indexul din braţul drept rămâne pe loc, indicând valoarea maximă de dinainte.

Operarea termometrului se realizează prin aducerea indexurilor, cu ajutorul unui magnet, la capetele coloanelor de mercur.

Termometrul Six–Bellani poate suferi următoarele dereglări:

- întreruperea coloanei de mercur şi pătrunderea alcoolului în spaţiile respective, situaţia remediindu-se fie prin scuturarea energică a termometrului, ţinut cu rezervoarele în sus, fie prin căderea liberă a acestuia de la 10 cm înălţime pe o carte deschisă sau o bucată de cauciuc;
- indicele care arată temperatura maximă străpunge meniscul alcoolului şi pătrunde în spaţiul gol al rezervorului de nivelare; situaţia se remediază tot prin scuturare;
- deplasarea tubului termometric faţă de scară, caz în care trebuie strânse garniturile de fixare.

Reguli generale privind efectuarea observaţiilor la termometre

Efectuarea observaţiilor cu ajutorul termometrelor se face respectând următoarele reguli (Ciulache, 1973):

1. Citirea termometrelor conform ordinii tip:
   - citirea termometrului uscat;
   - citirea termometrului umed şi a celui uscat atunci când coloana de mercur a termometrului umed devine staţionară;

- citirea termometrului de minimă (întâi la capătul coloanei de alcool şi apoi la capătul din dreapta al indicelui de porţelan);
- citirea termometrului de maximă;
- operarea termometrului de maximă;
- operarea termometrului de minimă;

2. Evitarea atingerii cu mâna a rezervoarelor termometrelor;

3. Citirea temperaturii trebuie să se facă rapid, cu respiraţia oprită şi cu corpul la o distanţă cât mai mare faţă de termometru.

4. Noaptea se folosesc lanterne sau becuri a căror putere să nu depăşească 25 W

5. Citirile se fac cu o precizie de $0,1^0C$, indiferent dacă precizia scării termometrice este de $0,2^0C$ sau $0,5^0C$, astfel încât raza vizuală care porneşte din ochiul observatorului să cadă perpendicular pe capătul coloanei de mercur, alcool sau pe capătul indexului.

6. Când temperatura aerului scade sub -25^0C indicaţiile termometrului normal vor fi comparate cu cele ale termometrului de minimă, întrucât de la această temperatură mercurul devine vâscos şi deci mai puţin sensibil la variaţiile termice, iar la temperaturi mai mici de -36^0C citirile se fac numai la termometrul de minimă.

7. În sezonul rece, pentru evitarea depunerii chiciurei pe suprafaţa termometrelor (care ar îngreuna citirile), acestea se ung cu glicerină.

Efectuarea măsurătorilor cu termometrele meteorologice

Termometrul meteorologic normal / se utilizează pentru determinarea temperaturii aerului la termenele climatologice, exact la ora locală, cu el începând de fapt şirul de observaţii de la termometre.

Iarna când temperatura scade sub -25^0C fluiditatea mercurului scade, motiv pentru care se impune verificare valorilor indicate prin compararea cu cele date de termometrul de minimă, iar dacă temperatura scade sub -36^0C, citirile se fac numai la termometrul de minimă (I.N.M.H., 1995).

Termometrul de minimă indică cea mai mică temperatură produsă în intervalul dintre două observaţii consecutive.

Citirile se fac la termenele climatologice cu o precizie de $0,1^0C$ chiar dacă scala termometrului este divizată din 0,5 în $0,5^0C$ şi presupun parcurgerea următoarelor etape:

- citirea valorii indicate de capătul coloanei de alcool;
- citirea valorii indicate de capătul indicelui (capătul din dreapta);
- operarea termometrului prin ridicarea lui de pe suport, ţinerea cu rezervorul în sus, până când indicele de porţelan vine cu capătul opus rezervorului în contact cu meniscul concav al coloanei de alcool, după care se reinstalează pe suportul orizontal.

Valorilor citite la termometrul de minimă li se aplică două corecţii:

- corecţia instrumentală (notată în buletinul de verificare şi etalonare);
- corecţia suplimentară (stabilită prin compararea valorilor citite la termometrul de minimă cu cele indicate de termometrul normal).

Termometrul de minimă poate suferi unele dereglări:

- întreruperea coloanei de alcool datorită trepidaţiilor puternice sau variaţiilor bruşte ale temperaturii aerului;

- evaporarea, la temperaturi ridicate, a unei părţi din alcool şi condensarea lui pe tubul capilar.

Ambele defecţiuni se pot remedia prin:

- scuturarea energică a termometrului ţinut de capătul opus rezervorului;

- lăsarea termometrului să cadă cu rezervorul în jos pe o carte deschisă sau pe o bucată de cauciuc, de la 10 cm înălţime;

- introducerea termometrului în apă călduţă, unde se ţine până când, datorită dilatării, alcoolul ajunge în cavitatea de la capătul tubului capilar, unde elimină bulele de aer.

- pătrunderea indicelui în spaţiul liber din afara coloanei de alcool, ca urmare a străpungerii, datorită unor cauze mecanice, peliculei superficiale, se readuce în poziţia normală prin scuturare energică.

- pierderea "minimalităţii" respectiv indicele nu mai este antrenat de către coloana de alcool spre temperaturile scăzute şi rămâne pe loc; în acest caz este necesară înlocuirea termometrului.

Termometrul de maximă indică temperatura maximă înregistrată între două observaţii şi se instalează pe furca superioară a stativului cu termometre în poziţie uşor înclinată (3-5^0), aşa încât manşonul metalic să fie ceva mai ridicat decât rezervorul.

Determinarea temperaturii maxime se face la orele climatologice prin citirea simplă a capătului coloanei de mercur, însă în prealabil trebuie verificată poziţia acesteia, care poate fi deplasată spre dreapta faţă de locul întreruperii, datorită trepidaţiilor sau poziţiilor greşite a termometrului. Situaţia se remediază prin ridicarea capătului din dreapta a termometrului până la refacerea continuităţii coloanei de mercur.

După efectuarea citirii, termometrul se operează (se pregăteşte pentru observaţia următoare) prin scuturare până când capătul coloanei de mercur atinge sau depăşeşte temperatura indicată de termometrul uscat. Termometrul este operat dacă, după aşezarea lui pe stativ, indică o temperatură egală cu cea dată de termometrul normal, sau are o diferenţă de maxim 0,1-0,2^{0}C.

În momentul operării, termometrul se va ţine la distanţă de corp, în aşa fel încât placa de opal să fie orientată cu muchia pe direcţia de mişcare.

Valorilor citite la termometrul de maximă li se aplică corecţiile instrumentale prescrise în buletinele de verificare.

În unele cazuri se constată anumite dereglări ale acestor termometre cum sunt:

- pierderea "maximalităţii" (proprietatea termometrului de a indica temperatura maximă dintr-un interval de timp) uşor de constatat prin ridicarea capătului din dreapta al termometrului la 45^0 faţă de rezervor şi încălzirea acestuia în mână. Dacă la răcirea ulterioară capătul coloanei de mercur din capilar nu rămâne stabil în dreptul temperaturii celei mai ridicate la care a ajuns prin încălzire, ci se retrage la temperaturi mai coborâte, este evident că termometrul şi-a pierdut maximalitatea şi trebuie înlocuit;

- întreruperea coloanei de mercur, uşor de evidenţiat prin ridicarea termometrului cu rezervorul în sus, dacă termometrul este bun, în această poziţie, coloana se întrerupe numai în dreptul dintelui de sticlă şi se scurge spre partea terminală a capilarului, iar dacă termometrul este dereglat, coloana se întrerupe în unul sau mai multe puncte situate la dreapta faţă de dinte şi va aluneca în fragmente separate spre capătul capilarului. Această dereglare este cauzată de faptul că aerul înglobat în pereţii rezervorului şi în capilar (în procesul fabricaţiei) trece după un timp în coloana de mercur sub forma unei mici bule care o fragmentează. Situaţia se remediază prin scuturarea energică a termometrului sau prin introducerea rezervorului în apă călduţă unde se ţine până când coloana de mercur îşi reface continuitatea;

- depunerea unui strat de oxid negru de mercur pe pereţii capilarului, cauzată de impuritatea mercurului şi care îngreunează mult observaţiile. În acest caz termometrul trebuie înlocuit.

Termografele

Termograful sau termometrul înregistrator este un aparat care se utilizează în vederea înregistrării continue a temperaturii aerului într-un anumit interval de timp.

În staţiile meteorologice se utilizează diferite tipuri, însă, indiferent de tip, principiul de construcţie şi funcţionare este acelaşi, un termograf având următoarele părţi componente: *receptorul,* partea sensibilă, sesizează variaţiile temperaturii, *mecanismul de transmitere şi amplificare,* alcătuit dintr-un sistem de pârghii care transmite şi amplifică deformarea piesei receptoare şi *mecanismul înregistrator* care este alcătuit dintr-un mecanism de ceas ce pune în mişcare un cilindru pe care se înfăşoară o diagramă (termogramă) şi care efectuează o rotaţie completă în decurs de 24 ore sau şapte zile.

La multe dintre tipurile de termografe (termografe de construcţie rusească, Junkalor, Rössel, Fischer, Richard – tip nou) (fig. 15, 16), piesa receptoare este o *lamă bimetalică* formată prin sudarea a două lame metalice ce au coeficienţi de dilatare diferiţi (oţel - cu un coeficient de dilatare ridicat şi invar – aliaj de oţel cu 30% nichel, 0,5% carbon şi 0,5 % mangan – cu un coeficient de dilatare foarte mic) (Elena Erhan, 1999).

Datorită acestei proprietăţi, sub influenţa variaţiilor de temperatură, lama bimetalică se deformează într-un sens sau altul, după cum creşte sau scade temperatura. Aceste deformări ale lamei bimetalice se transmit amplificat de către sistemul de pârghii de care se leagă şi care face legătura cu cel înregistrator, pe care se înregistrează variaţiile de temperatură diurne sau săptămânale.

O altă categorie de termografe, mai puţin răspândite, Fuess, Richard – tip vechi (fig. 17) au ca piesă receptoare a variaţiilor de temperatură un tub metalic plat, arcuit, numit *tub Bourdon,* cu pereţii foarte subţiri, în interiorul căruia se află un lichid termometric (alcool anilic sau etilic, toluen, petrol lampant).

Ca urmare a variaţiilor de temperatură, lichidul termometric se dilată sau se contractă, modificând conformaţia pereţilor tubului Bourdon, după cum aceasta creşte sau scade. Deformările care au loc se transmit, ca şi la celelalte tipuri, amplificat prin sistemul de pârghii, terminat cu *peniţa înregistratoare,* confecţionată din metal sau

sticlă, detaşabilă, în care se pune cerneală ce are în compoziţie anilină şi glicerină care previn uscarea rapidă şi îngheţul la temperaturi scăzute.

Înregistrarea variaţiilor temperaturii aerului se face pe o diagramă care după înregistrare se numeşte *termogramă*. Aceasta prezintă o reţea de *linii drepte orizontale* care indică gradul de temperatură (între limitele –35 şi +45), cele care marchează zecile de grade sunt mai îngroşate pentru uşurarea citirii lor; pe *verticală sunt trasate linii curbe* reprezentând orele, jumătăţile şi sferturile de oră, în cazul termogramelor zilnice şi zilele şi intervalele de câte două ore, în cazul termogramelor săptămânale.

Schimbarea diagramelor se face zilnic, conform regulilor prezentate în capitolul 3.2. După montarea diagramei, peniţa înregistratoare va fi fixată la ora 12, efectuându-se şi marcajul de timp. Acesta se face la toate orele climatologice şi la scoaterea termogramei, după observaţia la psihrometru.

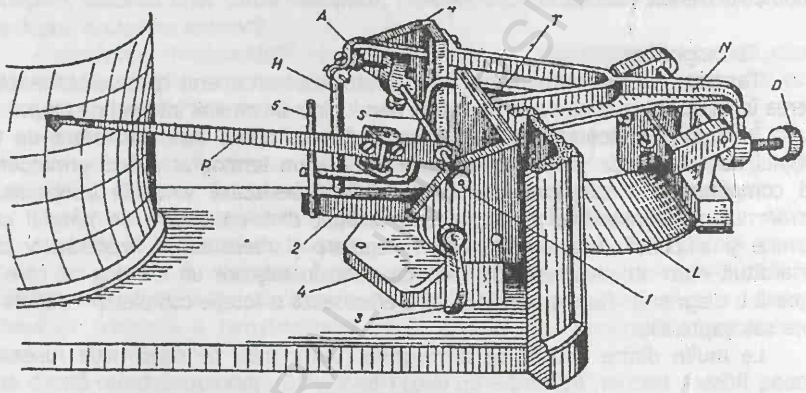


Fig. 15. Termograful tip URSS - model nou (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I.D. – 27 – 65*, 1965, p. 54): L. Lamă bimetalică; Mecanismul de transmitere este format din: T. Vergea metalică; H. Lamă verticalăP. Pârghia peniţei; D. Şurub de punere la valoare a peniţei. 1. Şuruburile axului de suspensie; 2. Lamă; 3. Mâner; 4. Perete metalic; 5.Vergea metalică ; S. Ax de suspensie almecanismului de amplificare; A. Mecanism de amplificare.

Pe spatele termogramei se notează: denumirea staţiei, numele observatorului care a montat termograma pe aparat, data şi ora când a fost fixată, numele celui care a schimbat termograma, ziua şi ora la care a fost schimbată, numele celui care a prelucrat termograma, numele celui care a verificat-o şi tipul aparatului.

BCU IAŞI - CENTRU VECHI

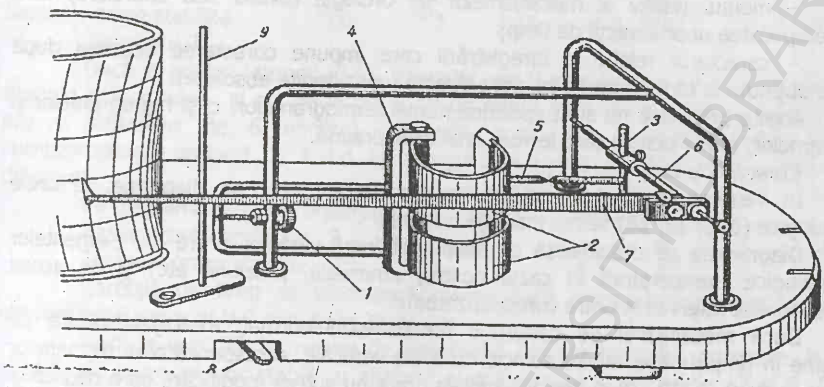


Fig. 16.Termograful Fischer (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I.D. – 27 – 65*, 1965, p. 54): 1. Şurub de punere la valoare a peniţei, 2. Lame bimetalice; 3. Dispozitiv de amplificare; 4. Garnitură metalică de fixare a lamelor bimetalice; 5. Lamelă de legătură a receptorului cu dispozitivul de amplificare; 6. Ax de suspensie al dispozitivului de amplificare; 7. Pârghia peniţei; 8 , 9. Dispozitive pentru îndepărtarea peniţei de termogramă; S. Şurubul axului de suspensie

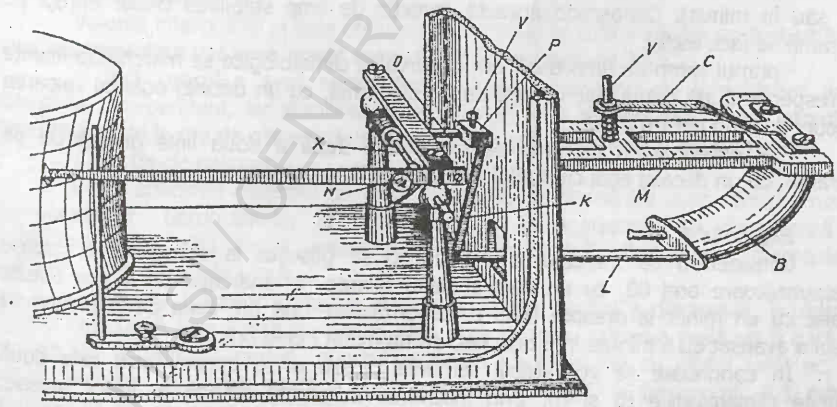


Fig. 17. Termograful Richard - tip vechi (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I.D. – 27 – 65*, 1965, p. 54): B. Tub Bourdon fixat prin: M – garnitură metalică, V – şurub cu arc pentru punerea la valoare, C – vergea curbată. Mecanismul de transmitere este alcătuit din: L: Vergea metalică; P. Garnitură paralelipipedică, X. Ax de suspensie; N. Şurub de regalre a peniţei; Mecanismul de amplificare este format din: bara O şi şurubul Y.

BUCUREŞTI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Descifrarea termogramelor

La descifrarea termogramelor se vor avea în vedere următoarele:

– mersul relativ al mecanismelor de orologie (avans sau întârziere) care impune aplicarea unor corecţii de timp;

– caracterul relativ al înregistrării care impune corectarea acesteia după valorile obţinute la termometrele cu citire directă (considerate absolute).

Aceste probleme nu sunt specifice numai termogramelor, ci şi higrogramelor şi barogramelor, motiv pentru care le vom analiza împreună.

Corecţia de timp

În vederea aplicării corecţiilor menţionate anterior, pe diagrame, la orele climatologice (0, 6, 12, 18) se fac marcaje de timp.

Diagramele se descifrează cu scopul obţinerii valorilor orare ale elementelor meteorologice (temperatură în cazul nostru, umezeală, presiune etc) şi de aceea trebuie stabilite intervalele orare corespunzătoare.

Dacă mecanismul de ceasornic funcţionează normal, marcajele făcute pe diagrame în timpul observaţiilor coincid cu liniile verticale, corespunzătoare termenelor de observaţie 0, 6 ,12, 18 şi deci intervalele orare nu suferă modificări, spre deosebire de cazurile în care se constată diferenţe de timp între marcajele făcute şi liniile verticale corespunzătoare (mers în avans sau întârziere al mecanismului de ceasornic) şi când este necesară stabilirea intervalelor orare reale prin aplicarea *corecţiei de timp* pentru fiecare dintre ele, după cum urmează:

- se apreciază în minute avansul sau întârzierea ceasului în decurs de 6 ore (între două termene de observaţii consecutive);

- considerând că în acest interval mersul ceasului a fost uniform, numărul total de minute se împarte la 6, iar câtul obţinut reprezintă corecţia de timp pentru o oră (în plus sau în minus). Cunoscând această corecţie de timp stabilirea orelor întregi pe diagramă se face astfel:

- primul semn de timp după ora observaţiei climatologice se marchează înainte sau respectiv după prima linie groasă de pe diagramă, cu un decalaj egal cu valoarea corecţiei de timp pentru o oră;

- al doilea semn de timp se marchează după a doua linie groasă de pe diagramă, cu un decalaj egal cu dublul corecţiei de timp orare etc.

Exemplul 1

Considerăm că marcajul de la ora 0 se găseşte la stânga liniei groase corespunzătoare orei 00, cu un decalaj de 5 minute, iar marcajul de la ora 6 este decalat cu un minut la dreapta liniei corespunzătoare orei 06, ceea ce înseamnă că ceasul a avansat cu 6 minute în 6 ore, deci cu un minut într-o oră.

În continuare se vor stabili semnele pentru orele întregi între cele două termene climatologice (0 şi 6), prin înscrierea în partea stângă a liniilor groase, corespunzătoare orelor 1, 2, 3, 4 a unui semn cu un decalaj care va descreşte treptat şi uniform, de la 5 minute la un minut (la ora 5), semnul de la ora 6 urmând să coincidă cu linia de pe diagramă.

Pe diagramă semnele orare stabilite sunt decalate faţă de arcele orare imprimate astfel:

Arcele orare imprimate	0	1	2	3	4	5	6
Semnele orare stabilite	$^{-0,5}0$	$^{-0,4}1$	$^{-0,3}2$	$^{-0,2}3$	$^{-0,1}4$	5	$6^{0,1}$

Exemplul 2

Dacă în acelaşi interval (0-6), marcajul orei 0 este decalat cu cinci minute spre dreapta liniei groase şi cel de la ora 6 cu un minut spre stânga liniei groase (ceasul are o întârziere de 6 minute), semnele orare vor fi spre dreapta arcelor corespunzătoare orelor 1, 2, 3 şi 4, iar semnul orei 5 va coincide cu linia (arcul) de pe diagramă.

Pe diagramă semnele orare stabilite corect arată astfel:

Arcele orare imprimate	0	1	2	3	4	5	6
Semnele orare stabilite	0^{05}	1^{04}	2^{03}	3^{02}	4^{0}	5	$^{01}6$

Corecţia de timp se efectuează numai dacă ceasul înregistratorului are o toleranţă mai mare de ±6 minute în 24 de ore.

Dacă la unul din termenele de observaţie lipseşte marcajul, corecţiile de timp şi semnele orare se vor stabili cu ajutorul marcajelor de la termelele 12 şi 0. Curba înregistratoare poate prezenta unele întreruperi, situaţie în care se procedează astfel:

- dacă ceasul nu s-a oprit, corecţiile de timp şi semnele orare se stabilesc la fel ca în cazul înregistrării complete, dar porţiunile fără înregistrări rămân necompletate, urmând ca în tabela TM-5 rubricile corespunzătoare orelor fără înregistrare pe diagramă să rămână libere. La staţie se vor efectua sume şi medii lunare orare , numai pentru orele care au observaţii complete.

În cadrul serviciului meteorologic al filialelor teritoriale, se vor face interpolări de valori orare şi se vor calcula sumele şi mediile lunare orare respective precum şi suma şi media lunară.

Valorile interpolate şi cele obţinute prin calcul, în cadrul cărora au fost utilizate valorile interpretate vor avea ataşat semnul "*"; de exemplu: 8,2*(^{0}C);

- dacă ceasul a avut opriri, fiecare interval de timp de înregistrare va fi considerat independent, iar stabilirea corecţiilor de timp şi marcarea orelor întregi se face plecând de la ora de observaţie cea mai apropiată, înainte şi după întrerupere.

Corecţia de valoare

După aplicarea corecţiei de timp, operaţiile de descifrare sunt comune numai termogramelor, barogramelor şi higrogramelor, pluviogramele se descifrează în continuare după alte reguli prezentate în capitolul 9.2. Prelucrarea diagramelor continuă cu următoarele etape:

- *notarea valorilor citite pe curbă*, în partea de jos a diagramei, în dreptul fiecărei ore. Dacă linia scrisă de peniţă este prea groasă, valoarea reală va fi dată de cea situată la mijlocul curbei, punctul respectiv căutându-se cu vârful unui ac, iar citirea valorilor pe curbă se face cu o precizie de 0,1^{0}C la termograf, 0,1 mb la barograf şi 1% la higrograf. Dacă datorită frecării peniţei pe diagramă s-au produs salturi chiar în dreptul semnelor de la orele întregi, se va citi poziţia medie a acestora iar când saltul este mai mare de 0,3^{0}C la termograf, 2% la higrograf şi 0,3 mb la barograf, se citesc ambele poziţii, valorile rezultate fiind notate sub forma unei fracţii;

- *înscrierea*, sub valorile orare, la cele patru termene de observaţii a indicaţiilor termometrului uscat (valoarea corectată) pe termogramă, valoarea umezelii relative (rezultată din tabela psihrometrică) pe higrogramă şi presiunea atmosferică (redusă la 0^0C) pe barogramă;

- *calcularea corecţiei de valoare* pentru fiecare din cele patru termene climatologice, ca diferenţa dintre citirea de pe diagramă şi cea indicată de instrumentul cu citire directă. Semnul corecţiei este negativ dacă valoarea citită pe diagramă este mai mare decât cea indicată de instrumentul cu citire directă şi pozitiv, în situaţia inversă.

- *repartizarea corecţiilor pe ore* între două termene de observaţie (12-18, 18-00, 00-06 şi 06-12), respectiv se face diferenţa dintre corecţia termenului din dreapta şi corecţia termenului din stânga, iar valoarea diferenţei algebrice obţinute se împarte proporţional la numărul de intervale orare, folosind tabelul 4.

În coloana din stânga a tabelului 4 sunt redate diferenţele dintre corecţiile stabilite la două termene de observaţii consecutive (distanţate printr-un interval de 6 ore), valori care trebuie adunate la corecţia obţinută pentru termenul de observaţii din stânga.

Toate cifrele înscrise în coloanele tabelului 4 sunt considerate în practică, zecimi de grad sau milibar la descifrarea termogramelor respectiv barogramelor şi procente întregi la descifrarea higrogramelor.

Exemplul 1:

- pe o termogramă s-a stabilit că la ora 12, corecţia de timp este de $1,3^0$C, iar la ora 18 aceasta este de $1,5^0$C; diferenţa algebrică dintre ele va fi: -1,5 – (-1,3) = -$0,2^0$C. Pentru a repartiza această diferenţă pe fiecare oră în parte din intervalul respectiv, în tabelul 4, în dreptul cifrei 2 din coloana din stânga (corespunzătoare diferenţei de $0,2^0$C), găsim valorile ce trebuiesc adunate algebric cu corecţia termenului din stânga (-$1,3^0$C), rezultând în final următoarele corecţii:

Ordinea orelor:	12	13	14	15	16	17	18
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Corecţia (^{0}C):	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4	-1,4	-1,5	-1,5

Exemplul 2:

- pe o termogramă s-a stabilit că la ora 0 corecţia este de –$0,4^0$C, iar la ora 6 aceasta este de +$0,3^0$C. Diferenţa algebrică dintre ele va fi: +0,3 – (-0,4) = $0,7^0$C. Pentru a repartiza această diferenţă, pe fiecare oră în parte din intervalul respectiv găsim în tabelul 4, în dreptul cifrei 7 din coloana din stânga (corespunzătoare diferenţei de $0,7^0$C), valorile orare ce trebuie adunate cu corecţia termenului din stânga (-$0,4^0$C), obţinând în final corecţiile:

Ordinea orelor:	0	1	2	3	4	5	6
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Corecţia (^{0}C):	-0,4	-0,3	-0,2	0,1	01	02	03

Tabel 4. Repartiţia pe ore a diferenţei corecţiilor între două termene de observaţii (6 ore)

Diferenţa între corecţii	Ordinea orelor în intervalul de şase ore						
	0	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	1	1	1
2	0	0	1	1	1	2	2
3	0	1	1	2	2	3	3
4	0	1	1	2	3	3	4
5	0	1	2	2	3	4	5
6	0	1	2	3	4	5	6
7	0	1	2	3	5	6	7
8	0	1	3	4	5	7	8
9	0	2	3	5	6	8	9
10	0	2	3	5	7	8	10
11	0	2	4	5	7	9	11
12	0	2	4	6	8	10	12
13	0	2	4	6	9	11	13
14	0	2	5	7	9	12	14
15	0	3	5	8	10	13	15
16	0	3	5	8	11	13	16
17	0	3	6	8	11	14	17
18	0	3	6	9	12	15	18
19	0	3	6	9	13	16	19
20	0	3	7	10	13	17	20
21	0	4	7	11	14	18	21
22	0	4	7	11	15	18	22
23	0	4	8	11	15	19	23
24	0	4	8	12	16	20	24
25	0	4	8	12	17	21	25
26	0	4	9	13	17	22	26
27	0	5	9	14	18	23	27
28	0	5	9	14	19	23	28
29	0	5	10	15	19	24	29
30	0	5	10	15	20	25	30
31	0	5	10	15	21	26	31
32	0	5	11	16	21	27	32
33	0	6	11	17	22	28	33
34	0	6	11	17	23	28	34
35	0	6	12	17	23	29	35
36	0	6	12	18	24	30	36
37	0	6	12	18	25	31	37
38	0	6	13	19	25	32	38
39	0	7	13	20	26	33	39
40	0	7	13	20	27	33	40

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile şi posturile meteorologice*, 1995,p.26

În cazul în care, pe diagramă, la alte ore decât termenele de observaţie (0,6,12,18), înregistrarea prezintă salturi, se citesc ambele valori ale saltului şi se înscriu sub formă de fracţie. Pentru descifrarea diagramei şi aplicarea corecţiilor, se procedează astfel: în dreptul saltului, deci în dreptul celor două valori citite, se va aduna corecţia rezultată din tabelul de corecţii, la valoarea medie a celor două valori ale saltului. Dacă saltul s-a produs chiar la ora de observaţie, pentru acea oră se calculează două corecţii: una pentru poziţia peniţei înainte de salt (folosită la obţinerea corecţiilor în intervalul de timp cuprins între ora de observaţie precedentă şi ora respectivă) şi alta pentru poziţia peniţei după salt (folosită pentru perioada următoare).

Alăturat este prezentată o termogramă descifrată (fig.18):

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

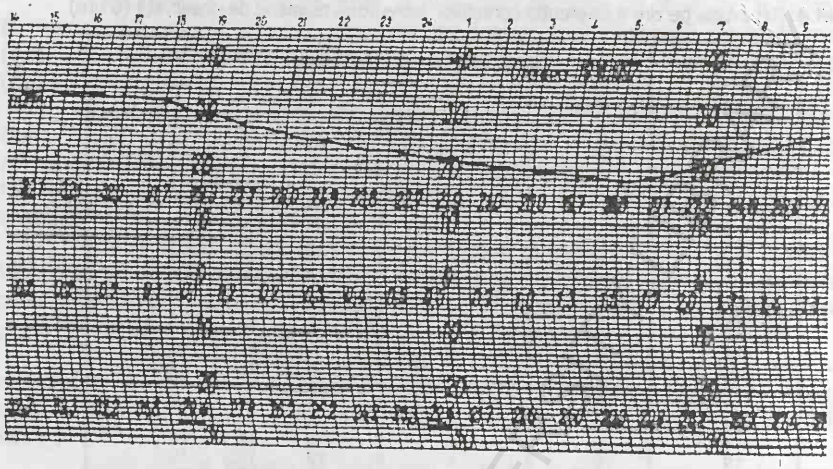


Fig. 18. Fragment dintr-o termogramă prelucrată

Instalarea şi întreţinerea termografului

Termograful se *instalează* alături de higrograf în cel de-al doilea adăpost meteorologic de pe platformă (termometrele cu citire directă sunt amplasate în primul adăpost), astfel încât receptorul să fie aşezat la înălţimea de 2 m deasupra solului în poziţie perfect orizontală.

Întreţinerea termografului presupune următoarele:

- menţinerea lui în permanentă stare de curăţenie, respectiv curăţarea receptorului de cristalele de gheaţă sau picăturile de apă depuse pe el, curăţarea de praf a mecanismelor de transmitere şi înregistrare fără a modifica valoarea amplificării;
- dacă peniţa înregistrează pe diagramă o linie în trepte înseamnă că axul de suspensie nu este suficient de mobil şi trebuie slăbite şuruburile care-l susţin;
- înregistrarea este incorectă dacă vârful peniţei apasă prea tare pe termogramă, fapt care se verifică uşor înclinând aparatul cu 30-40^0 spre partea unde se află pârghia peniţei, dacă ea nu se îndepărtează de diagramă prin cădere liberă, este necesară reglarea distanţei cu ajutorul şurubului de reglare;
- dacă peniţa înregistrează o linie prea groasă sau nu lasă nici o urmă pe diagramă, ea trebuie scoasă de pe pârghie şi curăţată în alcool (sau apă) unde se lasă până când cerneala uscată se dizolvă sau după înregistrare se înlocuieşte termograma (ea este umezită sau hârtia este de proastă calitate);
- peniţa este montată corect numai dacă drumul parcurs de ea în sus şi în jos, urmăreşte exact oricare dintre liniile curbe care marchează timpul pe termogramă;
- periodic mecanismul de ceasornic trebuie curăţat de praf, prin curăţarea rotiţelor dinţate cu neofalină sau benzină;
- uneori mecanismul ceasornicului se opreşte din cauze variate:
  - slăbirea piuliţei care fixează axul vertical al mecanismului de ceasornic pe fundul capacului care are ca şi consecinţă neangrenarea

rotiţei mari de către cea mică; situaţia se remediază prin strângerea piuliţei;

• rotiţa mică nu este bine fixată pe ştiftul orizontal de sub ea, caz în care este necesară apăsarea capetelor ştiftului pe suprafaţa rotiţei;

• proasta calitate a uleiului de ungere, care devine vâscos (în iernile geroase); în acest caz aparatul se duce în biroul staţiei (la căldură) unde se verifică şi precizia ceasului;

– în timpul rondului preliminar se verifică dacă mecanismul de ceasornic funcţionează normal, dacă peniţa are cerneală şi dacă înregistrarea este corectă;

– periodic înregistrările termografului vor fi comparate cu indicaţiile termometrelor cu citire directă, întrucât structura moleculară a receptorului se modifică şi o dată cu ea şi sensibilitatea aparatului (Ciulache, 1973)

6.3. Instrumente pentru măsurarea temperaturii solului

Gradul de încălzire al solului este caracterizat de temperatura suprafeţei sale şi de repartiţia lui în adâncime.

Încălzirea şi răcirea solului, capacitatea lui de absorbţie şi emisia de căldură depind de: structura, căldura specifică, conductibilitatea termică, culoarea, gradul de umectare, unghiul sub care cad razele solare, anotimp, relief etc.

La staţiile meteorologice se determină:

- temperatura suprafeţei solului lipsit de vegetaţie şi temperatura stratului de zăpadă (cu ajutorul termometrului ordinar şi al celor de extremă), starea suprafeţei solului (vizual);

- temperatura solului dezgolit de vegetaţie la adâncimile de 5, 10, 15, 20 cm (cu ajutorul termometrelor de sol de tip Savinov sau Junkalor);

- temperatura solului la adâncimi cuprinse între 20 şi 320 cm, cu ajutorul termometrelor de sol cu tragere verticală (la staţiile agrometeorologice);

- adâncimea de îngheţ a solului.

Temperatura suprafeţei solului măsurată cu termometrul, reprezintă gradul de încălzire a particulelor ce compun solul în locul şi la momentul observaţiei. Ea se măsoară cu termometrele cu mercur (ordinar şi de maximă) şi cu alcool (de mimimă) (la cele patru termene climatologice) acestea fiind dispuse în centrul unei parcele dezgolite de vegetaţie, neumbrită, cu dimensiuni de 3x4 m, situată la sudul platformei meteorologice. Solul parcelei trebuie să fie săpat, afânat, greblat şi nivelat, aşa încât suprafaţa ei să fie la acelaşi nivel cu cel al platformei meteorologice, iar pentru a evita bătătorirea solului parcelei din faţa termometrelor, în perioada observaţiilor, se aşează un podeţ de şipci. Podeţul se fixează pe nişte suporţi înfipţi în pământ mai la nord de termometre, aşa încât să se găsească la o distanţă de cel puţin 30 cm de termometre, iar după citirea termometrelor el va fi ridicat şi scos de pe platformă. Iarna parcela se menţine în condiţii naturale, iar dacă există strat de zăpadă, termometrele se vor instala pe acesta, în aşa fel încât rezervoarele lor să fie pe jumătate îngropate în zăpadă.

Instalarea termometrelor, se face respectând următoarele reguli:

- să fie aşezate la est faţă de termometrele de adâncime;

- să fie aşezate pe parcelă în următoarea ordine: termometrul ordinar, termometrul de minimă şi apoi cel de maximă;

- să fie aşezate la o distanţă de 5-6 cm între ele, cu rezervoarele îndreptate spre est;

- să fie îngropate pe jumătate în sol, aşa încât rezervoarele să aibă contact direct cu acesta, iar partea exterioară a termometrelor să rămână liberă şi curată în vederea efectuării citirilor;

- termometrul de maximă să fie uşor înclinat în sensul că rezervorul său trebuie să fie mai jos decât restul termometrului, cu un unghi de circa 5^0;

- se marchează cu beţişoare locul unde se găsesc termometrele, pentru a evita spargerea lor în cazul acoperirii cu zăpadă;

- în cazul ninsorii, observatorul va avea grijă ca ele să nu fie acoperite cu zăpadă, respectiv, imediat după încetarea ninsorii (între termenele de observaţie), termometrele se scot şi se reinstalează pe suprafaţa neatinsă a stratului de zăpadă;

- în caz de viscol, cu ocazia rondului preliminar sau cel târziu cu 10 minute înaintea observaţiei, termometrele se scot din zăpadă, se reinstalează pe stratul de zăpadă neatins, iar observaţia se efectuează normal la termen, urmând ca în registrul de observaţii meteorologice la rubrica "Însemnări" din ziua respectivă să se noteze "Termometrele de sol au fost acoperite cu zăpadă înainte de termenul de observaţie";

- când începe topirea zăpezii (la temperaturi ale aerului > -3^0C, mai multe zile), termometrele de suprafaţa solului se instalează cu 10 minute înainte de termenul de observaţie, pe un loc unde zăpada este netedă, aşa încât rezervoarele lor să fie pe jumătate îngropate în zăpadă (pentru a menţine contactul direct cu aceasta);

- când zăpada s-a topit de pe cea mai mare parte de pe platformă, termometrele se vor instala pe un loc fără zăpadă, iar data mutării lor (ziua şi ora) se consemnează la rubrica "Însemnări" din registrul de observaţii meteorologice;

- dacă temperatura suprafeţei solului sau zăpezii se apropie de -36^0C, termometrele cu mercur se vor ridica de pe platformă, citirile făcându-se numai la termometrul de minimă (evenimentul se va nota în registrul de observaţii meteorologice la rubrica "Însemnări");

- când temperatura aerului depăşeşte 20^0C, termometrul de minimă se ridică de pe platformă după observaţia de la ora 6 şi se reinstalează la rondul preliminar dinaintea observaţiei de la ora 18 (aceasta pentru a preveni încălzirea puternică a termometrului şi răcirea ulterioară însoţită automat de condensarea alcoolului în partea superioară a capilarului);

- dacă pe locul unde sunt instalate termometrele băltește apa sau este mult noroi, ele se vor reinstala pe o suprafaţă mai puţin umedă;

-zilnic, cu ocazia rondului preliminar, se va verifica instalarea corectă a termometrelor, iar dacă sunt murdare se curăţă cu o cârpă, excepţie termometrul de maximă care va fi şters după citirea sa (I.N.M.H., 1995).

Efectuarea observaţiilor şi măsurătorilor

Citirea termometrelor de pe suprafaţa solului se face la cele patru termene de observaţii (după efectuarea observaţiilor asupra nebulozităţii) cu o precizie de 0,1^{0}C, observatorul trebuind să se apropie de ele dinspre nord şi să efectueze citirea fără a le ridica de la locul lor, excepţie făcând situaţiile care o impun.

Întâi se citeşte termometrul ordinar, apoi capătul coloanei de alcool şi indicele termometrului de minimă şi în final termometrul de maximă.În zilele calde de vară, termometrul de minimă se ia de pe parcelă după observaţiile de la ora 6, citirile efectuându-se doar la cele două, urmând a fi reinstalat cu 20 de minute înainte de observaţia de la ora 18. Iarna, când temperatura solului poate coborî sub –36^{0}C, citirile se fac numai la termometrul de minimă.

Valorile citite se notează în registrul de observaţii meteorologice după care se operează termometrele de maximă şi minimă.

Observaţiile asupra stării suprafeţei solului se fac vizual, tot anul, zilnic la termenele 6 şi 18 în timpul rondului preliminar după cum urmează:

- în perioada caldă a anului, până la depunerea stratului de zăpadă, pe parcela pentru termometrele de sol;
- în perioada rece a anului, până la topirea stratului de zăpadă sau gheaţă, într-un loc de lângă platforma meteorologică de unde împrejurimile staţiei sunt vizibile (I.N.M.H.,1995).

Starea suprafeţei solului

Observaţiile asupra stării suprafeţei solului se notează în registrul de observaţii meteorologice codificat folosind tabelul 5.

Tabel 5. Codificarea stării suprafeţei solului

Cifra de cod	Starea suprafeţei solului
0	Suprafaţa solului uscată (fără o cantitate vizibilă de praf sau de nisip)
1	Suprafaţa solului umedă (fără băltoace)
2	Suprafaţa solului îmbibată (apa staţionează la suprafaţa solului în băltoace mai mari sau mai mai mici)
3	Suprafaţa solului îngheţată
4	Sol acoperit cu polei sau gheaţă, însă fără zăpadă sau zăpadă care se topeşte
5	Zăpadă sau zăpadă care se topeşte (cu sau fără gheaţă) care acoperă mai puţin de jumătate din siprafaţa solului
6	Zăpadă sau zăpadă care se topeşte (cu sau fără gheaţă) care acoperă cel puţin jumătate din suprafaţa solului, dar nu complet
7	Zăpadă sau gheaţă care acoperă complet suprafaţa solului
8	Zăpadă uscată, pufoasă, praf sau nisip care acoperă mai mult de jumătate din suprafaţa solului dar nu complet
9	Zăpadă uscată în pulbere, praf sau pulbere de nisip care acoperă complet solul

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p. 61

Caracteristicile suprafeţei solului, notate în cifre de cod de la 0 la 4 inclusiv, se referă la observaţiile efectuate pe parcela dezgolită de vegetaţie din platforma

meteorologică, iar cele notate cu valori între 5 şi 9 se referă la cele din împrejurimile staţiei.

Temperatura solului la adâncimi mici (5, 10, 15, 20 cm) se determină cu ajutorul *termometrelor cu cot (Savinov şi Junkalor)* dispuse pe aceeaşi parcelă cu cele pentru determinarea temperaturii suprafeţei solului, la est de primele, în ordinea

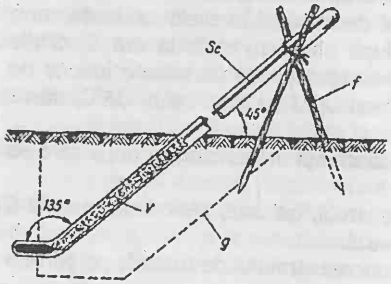


Fig.19. Termometrul Savinov (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I.D.-27-65*, 1965, p. 36): Sc. Scala termometrului; f. Furca de susţinere; v. Căptuşeală; g. Profilul gropii

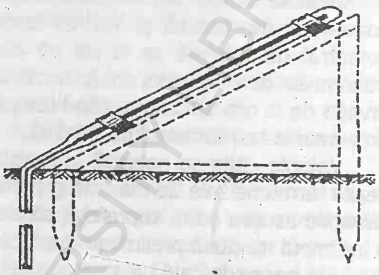


Fig. 20. Termometrul Junkalor (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I.D.-27-65*, 1965,p. 41)

adâncimilor de la vest la est, începând cu adâncimea cea mai mică, la distanţă de 10 cm unul de altul *Termometrele de sol cu cot* sunt termometre cu mercur, caracterizate prin prezenţa unei îndoituri de 135^0 în dreptul rezervorului. Tipul *Savinov* (fig.19) are îndoitura orientată spre interior, iar spaţiul dintre capilar şi tubul de protecţie, pe porţiunea alungită dintre scală şi rezervor, este căptuşit cu cenuşă, vată şi dopuri de ceară roşie care împiedică dezvoltarea unui schimb de căldură prin curenţii de aer care s-ar putea forma între porţiunea din sol şi cea de la suprafaţă, datorită diferenţelor termice. La tipul *Junkalor* (fig.20) îndoitura este orientată spre exterior, lipseşte căptuşeala şi pentru a impiedica dezvoltarea schimbului de căldură, porţiunea dintre scală şi rezervor este mult îngustată, iar îndoitura este chiar lângă placa gradată.

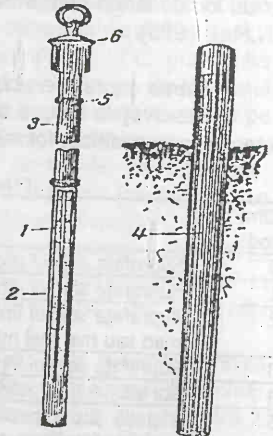


Fig.21. Termometrul de sol cu tragere verticală (sursa: I. Fărcaş, *Măsurători şi calcule de meteorologie*, 1987, p. 54): 1. Tub capilar; 2. Tub protector; 3. Tije de lemn; 4. Tub de protecţie; 5. Inel de pâslă; 6. Capac.

În primul caz, termometrul se introduce în sol cu rezervorul paralel cu suprafaţa acestuia, iar în al doilea caz, rezervorul se introduce în poziţie verticală. Tubul rămas afară este înclinat la 45^0 faţă de sol, cu capătul orientat spre sud, pentru a reduce suprafaţa expusă razelor solare.

Citirile se fac privind perpendicular pe coloana de mercur, observatorul fiind aşezat în partea de nord a lor.

Pentru a nu fi distruse prin îngheţarea solului, termometrele se instalează pe platformă numai în perioada anului lipsită de îngheţ.

Temperatura solului la adâncimi mari (între 20 şi 320 cm) se determină cu ajutorul *termometrelor de sol cu tragere verticală (extractive)* amplasate pe o parcelă înierbată de 6x8 m, situată la est de parcela cu sol dezgolit.

Citirile se fac în aceleaşi condiţii ca în cazurile prezentate anterior, podeţul fiind însă mai înalt şi mai lung pentru a facilita tragerea verticală a termometrelor.

O serie completă cuprinde cinci bucăţi corespunzătoare adâncimilor de 20, 40, 80, 160, 240 şi 320 cm.

Aceste termometre se caracterizează prin faptul că au rezervorul mult mărit faţă de cel al termometrului normal, asigurându-i o inerţie mai mare, respectiv o mai mare stabilitate a coloanei în timpul extragerii lui din sol pentru efectuarea citirilor.

Termometrul este introdus într-un tub de ebonită (fig.21) terminat la capăt cu o garnitură metalică, căptuşită cu o pastă fină formată din parafină topită şi pilitură de cupru, pentru a asigura contactul rezervorului cu solul. El se introduce într-un tub protector, aşezat la adâncimea dorită, cu ajutorul unei tije de lemn.

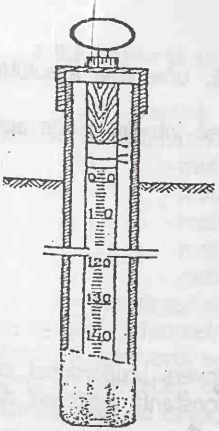


Fig.22. Glaciometrul Danilin (sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p. 76.)

Adâncimea de îngheţ a solului se măsoară cu *glaciometrul Danilin* (fig. 22), un tub de cauciuc umplut cu apă distilată, care se introduce în sol.

Tubul are o lungime de 100-120 cm, un diametru de 8-10 mm, suprafaţa sa fiind marcată cu diviziuni din cm în cm începând dinspre capătul superior, diviziunea zero corespunzând nivelului solului. Tubul de cauciuc este protejat de un alt tub confecţionat dintr-un material cu conductibilitate termică redusă care se introduce în sol.

Determinarea adâncimii de îngheţ a solului se face prin pipăirea tubului, considerându-se ca adâncime a îngheţului limita până la care apa este îngheţată, cu o precizie de 1 cm. În condiţii de dezgheţ a solului se va lua în considerare atât limita inferioară, cât şi limita superioară a coloanei de apă îngheţată.

Glaciometrul se instalează toamna pe parcela înierbată, lângă termometrele extractive şi se ridică de pe platformă primăvara, după ce solul s-a dezgheţat complet, determinările efectuându-se pentadic (în zilele de 5, 10, 15, 20, 25 şi ultima zi din fiecare lună) între orele 8 şi 9 (Belozerov, Fărcaş, 1971).

BCU "I. C. Brătianu" BIBLIOTECA CENTRALĂ

7. MĂSURAREA UMEZELII AERULUI

7.1. Mărimile caracteristice ale umezelii aerului

În scopul definirii cantităţilor de vapori de apă existente la un moment dat în aer şi a diferitelor însuşiri higrometrice ale acestuia se utilizează o serie de noţiuni şi unităţi de măsură (Ciulache, 1973).

Tensiunea vaporilor de apă (*forţa elastică a vaporilor - e -)* este presiunea parţială pe care o exercită vaporii de apă aflaţi într-un volum de aer la un moment dat şi se exprimă în mm col Hg sau h Pa.

Dacă vaporii de apă saturează volumul respectiv, înseamnă că presiunea parţială a vaporilor de apă este maximă şi se numeşte *tensiune de saturaţie sau tensiune maximă (E).*

Umezeala absolută (a) reprezintă cantitatea de vapori de apă , în grame, care se găseşte într-o unitate de volum, la o temperatură dată:

$$a = \frac{1{,}06 * e}{1 + \alpha t} < g/m^3 >,$$

unde: e – tensiunea actuală, în mm col Hg, a vaporilor de apă din aerul atmosferic;

α - coeficientul de dilatare a aerului;

t - temperatura aerului.

Dacă volumul este complet saturat cu vapori de apă, umezeala absolută devine *maximă (A).*

Umezeala specifică (s) – cantitatea de vapori conţinută într-un kg de aer umed:

$$s = \frac{g_v}{g * a * u_m} = 0{,}623\ \frac{e}{p}\ <g/kg>$$

în care: g_v - greutatea vaporilor de apă;

$g*a*u_m$ – greutatea aerului umed;

e – tensiunea vaporilor de apă;

p – presiunea atmosferică.

Spre deosebire de umezeala absolută care variază invers proporţional cu modificările de volum ale aerului, umezeala specifică rămâne constantă indiferent de volumul aerului.

Umezeala specifică maximă (de saturaţie) se notează cu litera S.

Umezeala relativă (R) – raportul dintre umezeala absolută (a) şi umezeala absolută maximă (A) sau dintre ternsiunea (e) şi tensiunea maximă (E) a vaporilor de apă, considerată la temperatura din momentul observaţiei:

$$R = \frac{a}{A} . 100\ (\%)\ \text{sau}\ R = \frac{e}{E} . 100\ (\%)$$

Din aceste relaţii rezultă că dacă *a=A* sau *e=E, R=100%.*

Deficitul de saturaţie, reprezintă diferenţa dintre umezeala absolută maximă (A) şi umezala absolută (a) la un moment dat sau diferenţa dintre tensiunea maximă (E) a vaporilor de apă şi tensiunea (e); se exprimă în mm col.Hg sau mb şi este dat de relaţiile:

$$D = A-a \quad \text{sau} \quad D = E-e$$

Punctul de rouă (τ) este temperatura la care vaporii aflaţi într-un volum de aer reuşesc să-l satureze. Se exprimă în grade Celsius.

Când $e=E$ sau $a=A$, temperatura măsurată este egală cu temperatura punctului de rouă τ şi din acest moment orice scădere a temperaturii determină condensarea vaporilor de apă cu depunerea lor sub formă de picături de rouă.

Deficitul higrometric este diferenţa ($t-t'$) dintre temperatura indicată de termometrul uscat (t) şi cea indicată de termometrul umed (t') al unui psihrometru.

Valoarea deficitului este cu atât mai mare cu cât umezeala relativă R, are valori mai mici, deci, cu cât aerul este mai uscat.

Starea higrometrică este raportul dintre greutatea vaporilor de apă şi greutatea aerului uscat dintr-un metru cub de aer.

Se notează cu S_h şi se exprimă prin relaţia:

$$S_h = \frac{0{,}623 * e}{p - e}$$

7.2.Metode şi aparate de măsură utilizate pentru determinarea umezelii aerului

În practica meteorologică se utilizează următoarele metode pentru determinarea umezelii aerului:

- metoda psihrometrică
- metoda higrometrică
- metoda gravimetrică
- metoda chimică
- metoda punctului de rouă.

Metoda psihrometrică este cea mai utilizată, determinarea umezelii făcându-se cu ajutorul psihrometrului. Indiferent de tip, acesta este alcătuit din două termometre: unul are rezervorul acoperit cu o bucată de tifon care se umezeşte cu apă distilată în timpul observaţiei, motiv pentru care se numeşte termometru "umed", el ridicând temperatura de evaporaţie. Celălalt termometru are rezervorul liber, motiv pentru care se numeşte termometru "uscat" şi indică temperatura aerului.

Evaporaţia apei de pe rezervorul termometrul umed se face cu consum de căldură (q), care, conform legii lui Dalton, poate fi exprimat prin relaţia:

$$q = \frac{c * S * \lambda (E' - e)}{p}$$

unde: c – coeficient dependent de viteza curentului de aer din atmosferă sau a curentului de ventilaţie din jurul termometrului umed;

S – suprafaţa rezervorului termometrului umed de pe care se evaporă apa;

E' - tensiunea maximă a vaporilor de apă la temperatura suprafeţei evaporate (tifonul care acoperă termometrul umed);

e – tensiunea vaporilor în momentul determinării;

p - presiunea atmosferică;

λ - căldura latentă de evaporare a apei.

Consumul de căldură în procesul de evaporaţie a apei de pe tifonul termometrului umed face ca temperatura acestuia (t') să fie mai mică decât cea indicată de termometrul uscat (t), diferenţa fiind cu atât mai mare cu cât aerul din jur este mai uscat.

Dimpotrivă, în cazul aerului saturat, $t = t'$.

Diferenţa de temperatură dintre rezervorul termometrului umed şi aerul înconjurător, determinată de evaporarea apei de pe tifon, face ca spre acesta să se dirijeze o anumită cantitate de căldură (q'), care conform principiului lui Newton, este:

$$q' = k*S\,(t-t')$$

unde k = constanta de proporţionalitate.

În momentul în care s-a terminat evaporarea apei de pe tifon, cantitatea de căldură primită de rezervorul termometrului umed este egală cu cea consumată de el $(q=q')$, valoarea tensiunii vaporilor fiind în acest caz dată de relaţia:

$$\frac{c*S*\lambda(E'-e)}{p} = k*S\,(t-t'),$$

de unde, rezultă tensiunea vaporilor: $e = E' - \frac{k*p}{c*\lambda}$

în care: raportul $\frac{k*p}{c*\lambda} = A$ (coeficientul psihrometric) depinde de construcţia psihrometrului şi de viteza curentului de ventilaţie al acestuia.

Înlocuind $\frac{k*p}{c*\lambda}$ cu A avem: $e = E' - A*p(t-t')$, relaţie pe baza căreia au fost calculate valorile care alcătuiesc tabelele psihrometrice, cu ajutorul cărora în funcţie de temperatura indicată de termometrul umed şi de cel uscat se pot afla mărimile care caracterizează umezeala aerului (Fărcaş, 1987).

După tipul de construcţie şi funcţionare psihrometrele se împart în două categorii: cu aspiraţie (psihrometrul de staţie cu aspiraţie, psihrometrul de campanie cu aspiraţie tip Assmann, psihrometrul electric cu aspiraţie tip Rössel) şi fără aspiraţie (psihrometrul fără aspiraţie tip August, psihrometrul "praştie").

Psihrometrul de staţie cu aspiraţie (fig. 23) cuprinde două termometre normale, identice, divizate din 0,2 în 0,2^{0}C, unul dintre ele fiind termometrul uscat (a), iar celălalt, termometrul umed (b), fixate în adăpostul meteorologic pe acelaşi suport cu termometrele pentru măsurarea temperaturii aerului. Capetele de sus au un manşon metalic şi sunt fixate pe suport cu ajutorul unei clame, iar capetele de jos sunt introduse în canalele laterale ale unei doze metalice duble (1) fixată pe vergeaua de susţinere.

La baza acestor canale sunt fixate prin înşurubare tuburile de aspiraţie (2) în care sunt introduse rezervoarele termometrelor, tuburi aflate în legătură cu un canal central al dozei care duce la dispozitivul de ventilaţie (3), respectiv o morişcă acţionată de un mecanism cu arc sau electric, care prin învârtire, creează în jurul rezervoarelor un curent de aer constant.

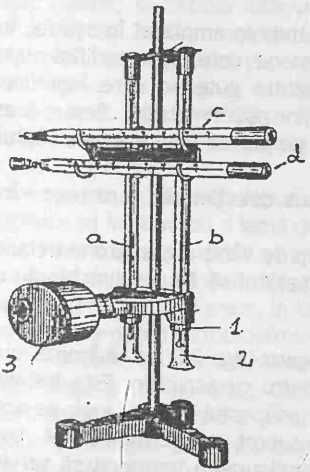


Fig. 23. Psihrometrul de staţie cu aspiraţie (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I.D.– 27- 65*, 1965): a. Termometrul uscat; b. Termometrul umed; c. Termometrul de maximă, d. Termometrul de minimă; 1. Tubul de protecţie al rezervorului; 2. Tubul de aspiraţie; 3. Morişca aspiratoare

Pentru a evita influenţa termică a pieselor metalice care compun tubul de aspiraţie, asupra termometrelor, acestea sunt izolate de corpul dozei prin garnituri de piele sau cauciuc. Umezirea cămăşii termometrului umed se face cu ajutorul eprubetei psihrometrice.

Psihrometrul cu aspiraţie de campanie tip Assmann (fig. 24) este un psihrometru portabil, cu termometrele 1, 2) mai mici, dar divizate tot din 0,2 în 0,2^{0}C şi fixate într-o garnitură metalică alcătuită dintr-un tub central (3) prevăzută în partea de jos cu două canale care fac legătura cu tuburile de aspiraţie (4) în care se află rezervoarele termometrelor.

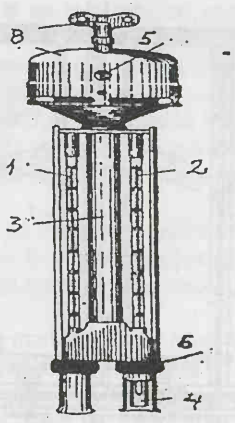


Fig.24. Psihrometrul Assmann (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I.D.– 27- 65*, 1965): 1. Termometrul uscat, 2. Termometrul umed; 3. Tubul de aspiraţie; 4. Tubul de protecţie a rezervorului; 5. Morişca aspiratoare; 6. Manşon; 7. Armătura metalică; 8. Cheie

Partea superioară a tubului central este în legătură cu morişca aspiratoare (5) acţionată de un mecanism cu arc sau electric.

Tuburile de aspiraţie sunt metalice, au pereţii dubli, sunt fixate de canalele tubului central prin două inele de ebonită sau material plastic (6) şi au rol dublu: canalizează aerul şi protejează rezervoarele de radiaţia solară directă, fapt ce permite efectuarea observaţiilor şi în afara adăpostului meteorologic.

Lateral, psihrometrul are două lame metalice de protecţie a termometrelor

(7) şi un mâner pentru efectuarea observaţiilor cu el în mână. Deasupra cutiei cu mecanismul de aspiraţie este dispozitivul pentru întoarcerea mecanismului cu arc prevăzut cu o cheie detaşabilă (8).

Pentru observaţii, psihrometrul se ţine în mână la nivelul dorit, sau se instalează pe stâlp ori în adăpostul meteorologic, caz în care se foloseşte în cârlig special de fixare.

Dacă se foloseşte ca suport un stâlp acesta trebuie amplasat în aşa fel, încât să fie ferit de suprafeţe puternic încălzite sau umede care pot modifica valorile elementelor observate. O mare influenţă are şi vântul puternic care îngreunează procesul de aspiraţie şi intensifică răcirea extremităţilor psihrometrului. Pentru a evita aceste efecte, când viteza vântului depăşeşte 3 m/s, pe partea din care bate vântul, la ventilator, se montează un ecran semicircular.

Dacă psihrometrul se instalează în sens opus direcţiei din care bate vântul, montarea ecranului nu mai este necesară.

În general, la efectuarea observaţiilor pe timp de vânt, observatorul trebuie să fie cât mai departe de aparat şi aşezat aşa încât aparatul să fie pe direcţia din care bate vântul.

Psihrometrul de staţie fără aspiraţie tip August (fig. 25) se utilizează numai când la staţia respectivă nu se dispune de psihrometru cu aspiraţie. Este instalat în adăpostul meteorologic pe acelaşi suport cu termometrele pentru măsurarea temperaturii aerului şi cuprinde două termometre identice, aşezate pe un suport în poziţie verticală, termometrul uscat (1) fiind situat în stânga faţă de observator, iar cel umed (2), în dreapta. Cămaşa rezervorului termometrului umed se continuă printr-un fitil al cărui capăt este introdus într-un pahar umplut cu apă distilată, ea fiind astfel în permanenţă umedă. Paharul este fixat de suportul de susţinere printr-un inel şi are gura mai jos cu 2-3 cm decât rezervorul termometrului, asigurându-se astfel o ventilaţie normală, iar pentru a evita evaporaţia de la suprafaţa apei, gura paharului este acoperită cu un capac prevăzut cu o fantă prin care pătrunde fitilul.

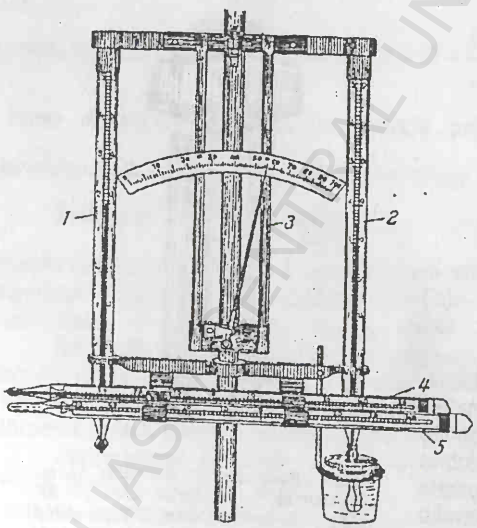


Fig. 25. Psihrometrul August (sursa: I. Fărcaş, *Măsurători şi calcule de meteorologie*,1987, p.68): 1. Termometrul uscat; 2. Termometrul umed; 3. Higrometrul cu fir de păr; 4. Termometrul de maximă; 5. Termometrul de minimă

Îngrijirea psihrometrelor presupune respectarea următoarelor reguli:
- verificarea integrității termometrelor;
- dacă unul din termometre este defect se va înlocui *perechea* cu una nouă;
- rezervorul termometrului uscat trebuie să fie întotdeauna uscat și curat.
- cămașa rezervorului termometrului umed trebuie să fie de formă pătrată, din bumbac (batist) și trebuie înfășurată pe rezervor, astfel încât marginile să vină una peste alta, iar partea suprapusă să nu fie mai mare de ¼ din circumferința rezervorului. Se leagă apoi capetele, întâi cel de sus, apoi cel de jos, fără a înfășura ața de mai multe ori și a o strânge, asigurând astfel o absorbție și o evaporație normală a apei. Înlocuirea pânzei se face de două ori pe lună în sezonul cald și o dată pe lună în cel rece, iar în regiunile poluate, încărcate cu diferite suspensii, decadic sau chiar mai des;
- crusta calcaroasă depusă pe rezervorul termometrului umed după un timp de funcționare se înlătură cu o lamă de ras;
- periodic doza dublă se scoate de pe stativ și se curăță de impurități (acestea micșorează viteza curentului de aspirație), iar la reinstalare ea se va fixa solid pe vergeaua stativului, deoarece, în caz contrar, la remontarea moriștii se poate deplasa, provocând spargerea termometrelor;
- decadic se verifică viteza de rotație a moriștii aspiratoare, în care scop i se strânge arcul până la refuz, după care se lasă să funcționeze până când semnul existent pe cutia cilindrică a arcului devine vizibil prin fanta practicată în carcasa de protecție a moriștii. În acest moment funcționarea ei se întrerupe cu ajutorul unei pârghii speciale după care arcul se strânge din nou până la refuz și se declanșează simultan cu pornirea unui cronometru. Se măsoară apoi timpul în care semnul de pe cutia cilindrică rotitoare a arcului face o turație completă (revine în dreptul fantei). Operația se repetă de 4-5 ori, duratele de rotație trebuind să se înscrie în limitele a 50-100 secunde, ceea ce corespunde unei viteze de 1,5/3 m/s a curentului de aspirație din jurul rezervoarelor termometrelor. Durata de rotație a cutiei arcului se obține prin medierea celor 4-5 determinări succesive;
- o dată cu apariția înghețurilor nocturne, paharul destinat udării tifonului se scoate din adăpost, iar capătul liber al tifonului se taie la 2-3 cm mai jos de rezervor legându-se strâns, udarea lui făcându-se cu 10 minute înaintea observației ziua și cu 30 minute înaintea observației noaptea;
- vara pe timp de vânt și temperaturi mai mari de 20^{0}C, când tifonul nu absoarbe suficientă apă, cu 7-10 minute înainte de observație se face o umectare suplimentară, prin ridicarea pâhărelului, așa încât rezervorul să fie complet scufundat în apă, după care ușile adăpostului vor fi închise până în momentul efectuării observației.

Efectuarea măsurătorilor cu psihrometrul

Măsurătorile cu psihrometrul constă în determinarea temperaturilor indicate de termometrul uscat și cel umed al psihrometrului (temperatura indicată de termometrul uscat reprezintă de fapt temperatura aerului), valorile respective fiind apoi utilizate la

determinarea principalilor parametri care definesc umezeala aerului (tensiunea vaporilor de apă, umezeala relativă, deficitul de saturaţie).

La temperaturi sub -10^0C psihrometrul nu se mai utilizează pentru determinarea valorilor umezelii aerului, care se obţin cu ajutorul valorilor termometrului uscat şi ale higrometrului, utilizând tabelele psihrometrice.

Când temperatura scade sub -36^0C valoarea temperaturii aerului va fi citită numai la capătul coloanei de alcool a termometrului de minimă.

Aceste măsurători presupun o serie de operaţii care se efectuează în următoarea ordine:

- se citesc indicaţiile termometrelor umed şi uscat (citire de control);
- se umezeşte cu apă distilată tifonul termometrului umezit;
- se pune în funcţiune morişca aspiratoare şi se urmăreşte scăderea temperaturii la termometrul umezit, până în momentul când mercurul manifestă tendinţa de ridicare;
- acum se face citirea termometrului umezit şi apoi a celui uscat.

Pentru ca citirile de la cele două termometre ale psihrometrului să fie corecte, se impune respectarea următoarelor reguli:

- evitarea atingerii rezervoarelor termometrelor;
- efectuarea rapidă a citirilor termometrelor, observatorul având obligaţia să stea la o distanţă cât mai mare de ele;
- în momentul citirii lor, observatorul îşi va ţine respiraţia;
- nu se vor utiliza surse de lumină care produc căldură;
- sursele de lumină, electrice vor fi ţinute cât mai departe de rezervoarele termometrelor, iar instalaţia electrică va avea becul fixat în tavanul adăpostului, desupra uşii şi vor fi utilizate numai în intervalul strict necesar efectuării observaţiilor;
- citirea ambelor termometre se face în grade şi zecimi de grad;
- nivelul ochilor observatorului va fi la aceeaşi înălţime cu capătul coloanei de mercur a termometrului, raza vizuală care porneşte din ochiul observatorului fiind perpendiculară pe scala termometrului, la capătul coloanei de mercur;
- termometrele fiind foarte sensibile, este necesar ca la citirea lor să se observe întâi poziţia capătului coloanei de mercur, apoi, apropiind ochiul şi ţinând respiraţia, se citesc întâi zecimile de grad şi apoi gradele întregi, operaţia efectuându-se întâi la termometrul umezit şi apoi la cel uscat;
- în timpul observaţiilor, uşile adăpostului vor fi lăsate deschise.

Dacă temperaturile scad sub 0^0C tifonul psihrometrului va fi umezit în timpul rondului preliminar, numai atât cât să se formeze o pojghiţă subţire de gheaţă (dacă aceasta este prea groasă rezervorul termometrului umezit va fi umectat cu apă călduţă).

La temperatura de 0^0C se întâmplă ca mercurul termometrului umezit să rămână staţionar pentru un timp (datorită degajării căldurii latente de solidificare la îngheţarea apei), caz în care morişca aspiratorului va fi repusă în funcţiune, până când coloana de mercur a termometrului umezit va indica o temperatură sub 0^0C şi va rămâne staţionară. Se mai poate întâmpla ca temperatura indicată de termometrul umezit să coboare sub 0^0C fără ca apa de pe tifon să îngheţe (datorită fenomenului de

suprarăcire), pentru ca apoi să înghețe brusc, mercurul să se ridice din nou la 0^0C și să scadă a doua oară până la o valoare care depinde de umezeala aerului în momentul observației. Acesta este motivul pentru care se recomandă să nu se citească valoarea indicată de termometrul umezit decât atunci când coloana de mercur staționează mai mult timp la o anumită valoare.

În situația în care la stație se lucrează cu psihrometrul cu fitil (August), tuburile de aspirație vor fi scoase, observatorul având obligația ca în timpul rondului preliminar să verifice dacă tifonul este bine îmbibat cu apă. După apariția primelor înghețuri, tifonul respectiv va fi scurtat până sub rezervor, păhărelul cu apă va fi ținut în clădirea stației și va fi adus în adăpost cu cîteva minute înainte de observație (apa trebuie să fie la temperatura camerei). Când se constată gheață pe tifon, observatorul o va topi prin introducerea lui în păhărelul cu apă distilată, iar după topirea gheții tifonul se scutură de picăturile de apă și după 30 de minute se efectuează observația la termometre. În situația în care observatorul nu este sigur de existența gheții pe tifon, acesta va fi atins, pentru edificare, cu vârful unui creion sau cu un pai.

Observațiile la psihrometru la temperaturi negative ale aerului trebuie făcute cu mare atenție deoarece pentru calculul valorilor umezelii aerului trebuie să se știe exact dacă tensiunea maximă a vaporilor de apă se consideră deasupra gheții sau deasupra apei (se utilizează tabele psihrometrice diferite) (I.N.M.H., 1995).

Tabelele psihrometrice și modul lor de utilizare

Tabelele psihrometrice servesc la determinarea caracteristicilor umezelii aerului atmosferic folosind valorile măsurate ale temperaturii aerului t (termometrul uscat) și temperatura indicată de termometrul umezit t', valori exprimate în grade Celsius. Ele permit determinarea tensiunii actuale a vaporilor de apă e (în hectopascali), a punctului de rouă t_d (în grade Celsius), a umezelii relative a aerului f (în procente) și a deficitului tensiunii vaporilor de apă d (în hectopascali). De asemenea, cu ajutorul acestor tabele se poate găsi orice caracteristică a umezelii aerului cunoscând valorile elementelor enumerate mai sus privind umezeala aerului (de exemplu, după punctul de rouă sau umezeala relativă) (anexa 1).

Tabelele psihrometrice INMH (1986) utilizate în practica meteorologică, sunt structurate astfel (I.N.M.H., 1986):

Tabelul 1 servește pentru a determina punctul de rouă t_d, tensiunea e și deficitul de saturație a vaporilor de apă d cunoscând valorile măsurate ale temperaturii aerului t și ale umezelii relative f. Toate caracteristicile sunt calculate pentru valori ale umezelii relative cuprinse între 5 și 1oo% (din 5 în 5 %) și pentru temperaturi cuprinse între −84,5 și −9,9 ^{0}C. Temperatura aerului este trecută în capătul superior al fiecărei coloane care cuprinde patru șiruri (f, e, t_d și d), corespunzător caracteristicilor calculate ale umezelii.

Pentru a determina caracteristicile umezelii, în tabel, în funcție de valoarea măsurată a temperaturii aerului t, se caută coloana, iar în funcție de umezeala relativă f (rotunjită în prealabil până la 5 %), se caută rândul din coloană și se citesc valorile corespunzătoare lui e, t_d, și d.

Exemplu: Pentru t = -32,4°C şi f = 72% se găseşte coloana lui t de la –32,6 la –32,4°C şi rândul corespunzător lui f = 70%, în care e = 0,280 hPa, t_d = -36,1°C şi d = 0,120 hPa (anexa 1, pag.148).

Tabelul 1 poate fi utilizat şi în cazul în care în locul umezelii relative se foloseşte temperatura măsurată a punctului de rouă. În acest caz, se caută coloana valabilă pentru temperatura aerului măsurată t, iar rândul va fi cel mai apropiat de valoarea măsurată a temperaturii punctului de rouă t_d.

Exemplu: Pentru t = -32,6°C şi t_d= -39,3°C se găseşte coloana cu t cuprins între –32,6 şi –32,4°C şi rândul cu t_d = -39;5°C (valoarea cea mai apropiată de cea măsurată) şi se citeşte: f = 50%, e = 0,200 hPa şi d = 0,200 hPa (anexa 1, pag. 148).

Tabelul 2 serveşte pentru determinarea temperaturii punctului de rouă t_d, tensiunii vaporilor de apă e, umezelii relative f şi deficitului de saturaţie d în funcţie de valorile măsurate ale temperaturii aerului t şi ale temperaturii termometrului umezit t'. Toate caracteristicile umezelii sunt calculate pentru temperaturi ale aerului cuprinse între –20,0 şi + 49,9°C, din 0,1 în 0,1 °C, pentru măsurători efectuate cu psihrometrul de staţie, la presiunea de 1000hPa. Temperatura aerului este menţionată în capătul fiecărei coloane care are cinci şiruri verticale (t', t_d, e, f şi d).

Pentru determinarea caracteristicilor umezelii folosind indicaţiile termometrelor psihrometrice se caută în tabelul 2 coloana corespunzătoare temperaturii termometrului uscat t, iar după temperatura termometrului umezit t' se găseşte rândul cu valorile corespunzătoare ale lui t_d, e, f şi d.

Exemplu: Pentru t = 7,6°C şi t' = 3,2°C (p = 1000 hPa, psihrometrul de staţie) se găseşte coloana cu t = 7,6°C şi rândul cu t' = 3,2°C, în care: t_d = -5,0°C, e = 4,2 hPa, f = 40% şi d = 6,2 hPa (anexa 1, pag. 149).

La temperaturi ale termometrului umezit t' sub zero (°C), pe batist se poate observa gheaţă sau apă suprarăcită. În acest caz, în tabelul 2 trebuie aleasă coloana pentru determinarea caracteristicilor umezelii, în funcţie de starea de fază a suprafeţei evaporante a rezervorului termometrului umezit, considerând specificaţia "Gheaţă !" sau "Apă !" notată în colţul de sus al paginii.

Exemplu: Pentru t = 1,7°C şi t' =-1,5°C (Gheaţă!) (p = 1000hPa) se caută coloana cu t = 1,7°C şi rândul cu t' = -1,5°C (Gheaţă!), în care: t_d = -8,8°C, e = 3,15 hPa, f = 46% şi d = 3,75hPa (pag. 150).

Dacă măsurătoarea se face cu psihrometrul, iar presiunea atmosferică diferă de 1000hPa, atunci la valorile găsite în tabelul 2 se va aplica corecţia pentru presiune. Corecţia pentru presiune la tensiunea vaporilor de apă (Δe) se determină din *tabelul 3a* (pentru t-t' de la 0 la 10°C) sau *3b* (pentru t-t' de la 10 la 30°C), în condiţiile în care pe batistul termometrului umezit este apă, şi din *tabelul 3c* dacă pe batistul termometrului umezit este gheaţă. Corecţia Δe se adaugă la valoarea găsită e în tabelul 2, dacă presiunea atmosferică este mai mică de 1000hPa şi se scade, dacă presiunea atmosferică este mai mare de 1000hPa. Cu valoarea corectată a lui e, $e_{corectat}$ = e_{1000} ± Δe, în aceeaşi coloană din tabelul 2 , se găseşte rândul cu valoarea lui e cea mai apropiată sau egală cu cea corectată, $e_{corectat}$, în care se citesc valori deja corectate pentru t_d, f, şi d.

Exemplu: Pentru t = -7,2^{0}C , t' = -8,9^{0}C (Gheaţă!) şi p = 867 hPa se găseşte coloana cu t = -7,2^{0}C (Gheaţă!) şi rândul cu t' = -8,9^{0}C (Gheaţă!), în care e = 1,67 hPa (anexa 1, pag. 151). Se face diferenţa t-t' = -7,2 – (-8,9) = 1,7^{0}C, după care în tabelul 3c, pentru t-t' = 1,5^{0}C şi p = 870 hPa se găseşte Δe =0,14 hPa (anexa 1, pag.152). Se calculează apoi $e_{corectat}$ = 1,67 + 0,14 = 1,81 hPa. În tabelul 2 se găseşte coloana cu t = - 7,2^{0}C (Gheaţă!) şi rândul cu e = 1,77 hPa (valoarea cea mai apropiată de 1,81), în care t_d = -15,9^{0}C, f = 50% şi d = 1,79 hPa (anexa 1, pag. 153).

Atunci când umezeala aerului se determină cu ajutorul psihrometrului cu aspiraţie, cu o viteză de ventilare a termometrelor de 2 m/s şi cu un coeficient psihrometric A' = 6,620 x 10^{-4}(^{0}C)$^{-1}$, se va folosi tot tabelul 2, iar pentru determinarea corecţiei tensiunii vaporilor de apă (însumată pentru presiune şi pentru diferenţa dintre coeficientul psihrometric al acestui psihrometru şi cel al psihrometrului de staţie) vor fi utilizate *tabelele 4a, 4b* sau *4c*. Caracteristicile umezelii se găsesc în funcţie de valoarea corectată a tensiunii vaporilor de apă, în acelaşi fel ca şi în condiţiile măsurătorilor cu ajutorul psihrometrului de staţie. Corecţia totală Δe în cazul măsurătorilor cu psihrometrul cu aspiraţie este pozitivă pentru toate valorile date ale lui p.

Exemplu: Pentru t = 12,6^{0}C şi t' = 7,2^{0}C temperaturi măsurate cu ajutorul psihrometrului cu aspiraţie la p = 1000 hPa, se găseşte coloana cu t =12.6^{0}C şi rândul cu t' = 7,2^{0}C, în care e = 5,8 hPa (anexa 1, pag. 155). Din *tabelul 4a,* pentru p = 1000 hPa şi t-t' = 5,4^{0}C (prin rotunjire 5,5^{0}C) se extrage Δe = 0,73 ≈ 0,7 hPa, după care se calculează $e_{corectat}$ = e + Δe = 5,8 + 0,7 = 6,5 hPa (anexa 1, pag. 154). În tabelul 2, în coloana t = 12,6^{0}C şi rândul e = 6,4 hPa(valoarea cea mai apropiată de 5,5) se găsesc: t_d = 0,6 ^{0}C, f = 44% şi d= 8,2 hPa (anexa 1, pag. 155).

Tabelele 5 şi *6* se folosesc pentru determinarea tensiunii de saturaţie a vaporilor de apă E_w deasupra unei suprafeţe plane de apă curată (tabelul 5) şi a gheţii (tabelul 6). În aceste tabele, pentru fiecare valoare de temperatură (grade întregi şi zecimi de grad Celsius) sunt date valorile exacte a cinci cifre semnificative ale tensiunii de saturaţie a vaporilor de apă, în hectopascali, care se găsesc la intersecţia rândului corespunzător gradelor întregi şi a coloanelor ce corespund zecimilor de grad de temperatură. La începutul şi la sfârşitul fiecărui rând este indicată valoarea ordinului de mărime cu care trebuie multiplicată valoarea tensiunii considerate.

Exemplu: La o temperatură de – 47,5^{0}C în tabelul 5, la intersecţia rândului "-47" şi a coloanei "0,5" se găseşte valoarea de 8,4323, iar la începutul rândului este indicat multiplicatorul "10^{-2} ". Aşadar pentru temperatura de –47,5^{0}C valoarea lui E_w este de 0,084323 (anexa 1, pag. 156).

Tabelele 7 şi *8* servesc la determinarea temperaturii punctului de rouă t_d, în limite cuprinse între – 93,2 şi 56,6 ^{0}C (tabelul 7) şi temperaturii punctului de brumă t_I de la –89,8^{0}C la 0,0^{0}C (tabelul 8), în funcţie de tensiunea vaporilor de apă măsurată. Tabelele sunt astfel întocmite, încât pentru orice valori, temperatura punctului de rouă şi temperatura punctului de brumă, să fie determinate cu o precizie de 0,1^{0}C. De asemenea, tabelele 7 şi 8 pot fi folosite pentru determinarea precisă a tensiunii vaporilor de apă folosind valorile măsurate ale temperaturilor punctului de rouă sau de brumă (anexa 1, pag.157-158).

Tabelul 9 se foloseşte pentru determinarea caracteristicilor umezelii pentru valori mici ale umezelii relative şi temperaturi ale aerului cuprinse între 20 şi 49,9°C (anexa 1, pag. 159). Regulile de utilizare ale acestui tabel sunt aceleaşi ca pentru tabelul 2.

Metoda higrometrică se bazează pe proprietatea firului de păr omenesc de a-şi modifica lungimea sub influenţa variaţiilor de umezeală, respectiv, firul se alungeşte când umezeala creşte şi se scurtează când umezeala scade, proprietate descoperită de fizicianul francez Saussure, care în 1783 a construit primul higrometru.

Mai târziu Gay-Lussac a continuat cercetările asupra modului în care umezeala aerului influenţează firul de păr, ajungând la concluzia că alungirea lui nu este proporţională cu creşterea umezelii relative, respectiv acesta se alungeşte mai mult la valori mici ale umezelii (la 30% umezeală relativă alungirea depăşeşte 50% din lungimea totală) şi mai puţin la valori mari (tabelul 6), motiv pentru care scala higrometrului este inegal divizată (diviziunile sunt mai dese pentru valori de umezeală relativă reduse şi mai rare pentru valorile mai mari ale umezelii relative).

Tabelul 6. Raportul dintre alungirea totală şi parţială a firului de păr pentru diferite valori ale umezelii relative

Umezeala relativă %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Raportul dintre alungirea totală şi parţială a firului de păr	0	20,8	38,9	52,8	63,7	72,7	79,2	85,2	90,5	95,4	100

Sursa: S. Ciulache, Meteorologie-manual practic, 1973, p. 236

Procesul care determină lungirea firului de păr sub acţiunea umezelii aerului a fost explicat de Sreznewsk, care a arătat că orice fir de păr omenesc are la suprafaţă o serie de pori microscopici dispuşi perpendicular pe axul său (fig.26), o parte dintre ei sunt umpluţi cu pigmenţii ce dau culoarea părului, iar alţii cu grăsime. Prin degresare, ultimii devin liberi şi higroscopici, adică favorizează absorbţia şi condensarea vaporilor de apă în interiorul lor.

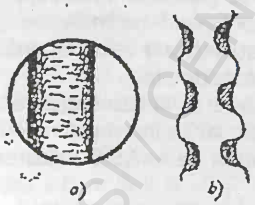


Fig. 26. Firul de păr omenesc (sursa: S. Ciulache, *Meteorologie-manual practic*, 1973, p.236): a. Structura; b. Condensarea vaporilor de apă în porii acestuia

Forma pe care o are meniscul apei din porii fără pigmenţi determină valoarea tensiunii superficiale de la nivelul acesteia şi desigur, gradul de alungire sau scurtare a firului de păr: dacă umezeala creşte meniscul apei din pori devine convex sau chiar plan, motiv pentru care pereţii porilor se îndepărtează între ei, firul de păr alungindu-se, iar când umezeala aerului scade, meniscul devine concav, pereţii porilor se apropie între ei, firul de păr scurtându-se în acest caz (Ciulache, 1973).

În practică se utilizează exclusiv firele de păr blond, deoarece sunt mai subţiri şi au un număr mic de pigmenţi, deci sunt foarte sensibile la variaţiile umezelii aerului, dar în prealabil trebuie degresate (se

spală cu spumă de săpun, se limpezesc în apă caldă la temperatura de 40-50°C, după care se introduc într-o soluţie de bicarbonat de sodiu în concentraţie de 3% aflată la temperatura de 80°C, pentru ca apoi să se spele cu apă distilată, alcool şi din nou cu apă distilată, după care se usucă la temperatura camerei fără a le întinde forţat).

În staţiile meteorologice din România se utilizează următoarele tipuri de higrometre: Köppe, Fuess, URSS, M-39.

Higrometrul Köppe (fig. 27) este cel mai utilizat, având un singur fir de păr fixat la partea superioară a cadrului, întins cu ajutorul unui scripete şi al unei greutăţi care se găseşte la partea inferioară.

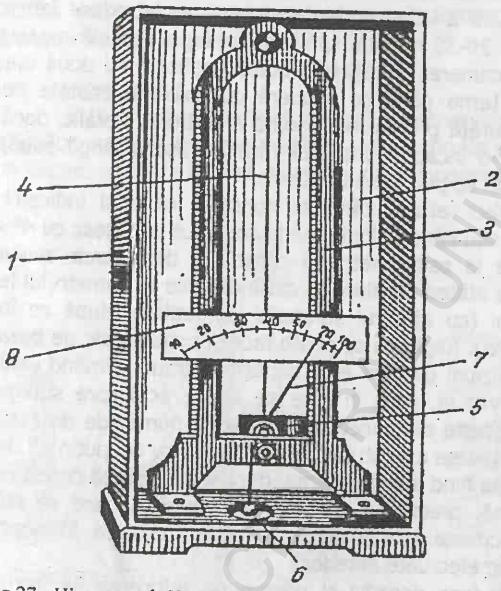


Fig.27. Higrometrul Köppe (sursa: D. Bacinschi, Gh. Burciu, *Meteorologie*, 1981, p. 179): 1. Cadru metalic; 2. Tifon şi capac de tablă; 3. Suportul higrometrului; 4. Fir de păr; 5. Scripete; 6. Contragreutate; 7. Ac indicator; 8. Scala gradată.

Aparatul funcţionează astfel: dacă umezeala relativă este scăzută, scurtarea firului de păr acţionează asupra scripetelui dublu, determinându-l să se rotească de la dreapta spre stânga, iar când umezeala relativă este ridicată, firul de păr alungindu-se, contragreutatea fixată la capătul firului de aţă, face ca scripetele dublu să se rotească de la stânga spre dreapta şi o dată cu el şi acul indicator care indică valorile umezelii pe scala curbată a higrometrului.

Higrometrul tip URSS sau G.U.G.M.S. (Direcţia Principală Hidrometeorologică a URSS) funcţionează ca şi cel descris anterior, de care se deosebeşte prin unele detalii constructive, respectiv are capătul de jos al firului fixat pe un sistem de pârghii care îi asigură o mai bună precizie şi care este alcătuit dintr-o lamă curbată pe care este prins firul, fixată pe o tijă terminată la un capăt cu o greutate care menţine întins firul de păr. Tija este fixată în axul acului indicator, lungimea ei putând fi reglată (sensibilitatea aparatului este direct proporţională cu lungimea tijei).

BCU CLUJ UNIVERSITY LIBRARY

Alte higrometre utilizate în staţiile meteorologice din România: higrometrul tip Fuess (seamănă cu cel de tip Koppe), higrometrul M-39 (de producţie sovietică, are ca element sensibil o membrană organică (vezică urinară, intestin etc – cu proprietăţi higroscopice). Diviziunile scării sunt marcate la distanţe egale, deoarece deformările suferite de piesa receptoare sunt proporţionale cu variaţiile umezelii. Principalul neajuns al acestui aparat este dat de faptul că la temperaturi ridicate, când umezeala relativă scade mult, membrana plesneşte uşor datorită uscăciunii).

Instalarea şi întreţinerea higrometrelor cu fir de păr

În staţie higrometrul este aşezat în adăpostul higrometric lateral pentru a nu incomoda efectuarea observaţiilor la psihrometru. Întreţinerea acestuia presupune:

Curăţarea firului de păr: vara se observă depuneri de praf, firul de păr de degajă de pe axul acului indicator fără a-i desprinde capetele şi se introduce într-o farfurie cu apă distilată unde se ţine 20-30 minute, spălându-se cu o pensulă moale, după care se usucă la temperatura camerei. Curăţirea trebuie finalizată cu două ore înaintea termenului de observaţie. Iarna când se acoperă cu chiciură, cristale de gheaţă sau zăpadă, higrometrul se curăţă prin lovirea uşoară a cadrului metalic, dacă depunerile nu cad se va aduce într-o încăpere încălzită fără a-l aşeza lângă sobă, temperatura ridicată îi dăunează) unde se ţine până la uscare.

Reglarea higrometrului se face atunci când se constată că acul indicator depăşeşte limitele cadranului gradat sau când valorile medii decadice depăşesc cu 4% valorile medii decadice determinate la psihrometru şi constă în deplasarea acului indicator la stânga sau la dreapta cu atâtea diviziuni cu cât indicaţiile higrometrului le depăşesc pe cele ale psihrometrului (cu ajutorul şurubului de reglare, după ce în prealabil a fost slăbită piuliţa de fixare). Reglarea se poate face şi ochiometric pe baza aprecierii vizuale a numărului de diviziuni cu care este depăşit cadranul, ţimând cont de uniformitatea distanţei dintre diviziuni, sens în care se aduce acul spre stânga (atunci când prin poziţia lui nu depăşeşte diviziunea 100%) cu un număr de diviziuni corespunzător depăşirii apreciate. Reglarea aparatului trebuie făcută cu cel puţin 45 de zile înainte de începerea îngheţului, ea fiind interzisă iarna, deoarece schimbă corecţiile higrometrului determinate în toamnă, precum şi toamna şi primăvara când se fac observaţii comparative pentru întocmirea graficului de corecţie (reglarea în acest interval anulează datele de observaţie efectuate anterior).

Verificarea higrometrului se face decadic şi presupune aducerea lui într-o instalaţie specială (higrostat) în care se pot realiza diferite grade de saturare a aerului în vapori de apă sau direct în staţie (higrometru Koppe) prin umezirea tifonului de pe ramă şi închiderea lui în interior cu ajutorul pereţilor laterali. Astfel, prin evaporarea apei se creează în jurul firului un mediu saturat în vapori de apă, indicatorul urmând să arate o umiditate de 100%. Dacă în decurs de o oră poziţia acului nu ajunge la această valoare, cu ajutorul unei cheiţe, introduse prin orificiul de la partea superioară, se face reglarea (orificiul respectiv ve fi închis în timpul verificării aparatului). Verificarea mobilităţii acului indicator prin deplasarea (după reglare) acului indicator la stânga după care el va trebui să revină uşor, lin în poziţia iniţială. În caz contrar, înseamnă că

acul prezintă o frecare nepermisă, caz în care este necesară curăţarea lagărelor cu benzină, după care se pune o picătură de ulei fin (Belozerov, Fărcaş, 1971).

În cazul ruperii firului de păr, higrometrul se va înlocui, deoarece punerea unui alt fir necesită etalonarea la anumite valori ale umezelii relative, operaţie care se poate realiza numai într-un laborator de specialitate.

Efectuarea observaţiilor la higrometru

Observaţia propriu-zisă constă în citirea, pe scala aparatului, a diviziunii în dreptul căreia se află acul indicator cu o precizie de 0,1% chiar dacă scala este divizată din 5 în 5%, observatorul având obligaţia să aibe privirea perpendiculară pe scală în dreptul acului indicator.

Valorile indicate de higrometru sunt relative, acestora aplicându-li-se o corecţie stabilită prin compararea cu datele de la psihrometru obţinute cu cel puţin 30-45 zile înaintea începerii îngheţului.

Higrograful

Este un aparat utilizat în staţiile meteorologice pentru înregistrarea continuă a variaţiilor umezelii relative a aerului. În funcţie de tipul mecanismului de transmitere şi amplificare el poate fi: fără dispozitiv de compensare (tipurile R. Fuess, Junkalor,

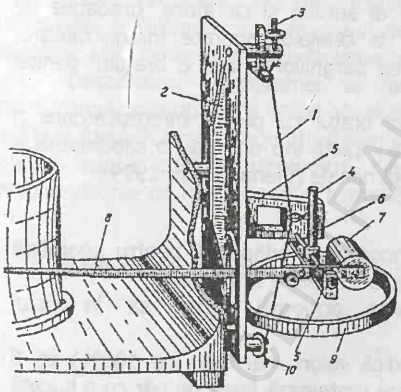


Fig. 28. Higrograful tip Fuess (sursa: Comitetul de stat al apelor, I.D. *27-65*, 1965): 1.Mănunchi de fire de păr; 2. Placa metalică; 3. Şurub de punere la valoare; 4. Dispozitiv de amplificare; 5. Suport metalic; 6. Ax de suspensie; 7.Greutate; 8. Pârghia peniţei; 9. Cerc metalic; 10. Dispozitiv de blocare a peniţei

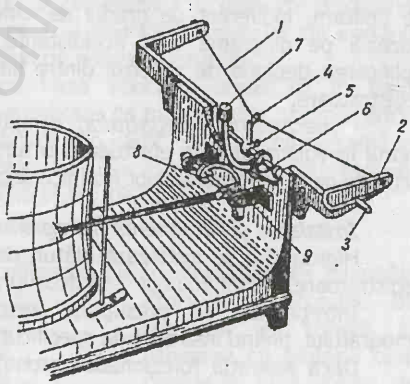


Fig. 29. Higrograful tip U.R.S.S. (sursa: Comitetul de stat al apelor, I.D. *27-65*, 1965): 1.Mănunchi de fire de păr; 2. Lamela de fixare; 3. Bara paralelipipedică; 4. Cârlig de întindere a firelor; 6. Ax de suspensie; 7, 8. Florare; 9. Suport de ebonită

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Fischer, Lambrecht) sau cu dispozitiv de compensare (tipurile J. Richard, URSS-model vechi, URSS-model nou). Indiferent de tip, higrograful, ca orice aparat înregistrator, cuprinde următoarele părţi componente:

- *mecanismul receptor* este format dintr-un mănunchi de fire de păr omenesc (35 până la 120), degresat, ale cărui capete sunt bine fixate într-un cadru metalic. Un dispozitiv prevăzut cu o contragreutate ţine mănunchiul de fire întins, iar un cârlig aflat în legătură cu mecanismul de transmitere şi amplificare îl prinde de la mijloc, determinându-l să formeze un unghi obtuz. Acest unghi permite o deplasare mai mare şi uşor sesizabilă a punctului mijlociu al mănunchiului (vârful unghiului) decât în cazul simplei schimbări a lungimii firului de păr. Lungirea sau scurtarea mănunchiului de fire face ca pârghia terminată cu cârlig să-şi schimbe poziţia, mişcarea respectivă transmiţându-se printr-un sistem de pârghii până la peniţa înregistratoare.

- *mecanismul de transmitere şi amplificare* este de două tipuri: cu compensare şi fără compensare. La aparatele mai vechi (tipurile Fuess, Junkalor, Fischer, Lambrecht), transmiterea mişcării la peniţa înregistratoare se face fără compensare, în consecinţă diviziunile de pe diagramă sunt inegale (fig. 28). Aparatele mai noi, cu dispozitiv de compensare (tipurile Richard, URSS) sunt prevăzute cu un mecanism de compensare format din două pârghii duble (florare) care se sprijină una pe alta (fig. 29), curba pârghiilor fiind astfel calculată, încât deplasarea peniţei în plan vertical se face uniform, indiferent de gradul de umezire al aerului şi ca atare, gradaţiile de umezeală pe diagramă sunt echidistante. Ca la celelalte aparate înregistratoare, amplificarea depinde de raportul dintre lungimea pârghiilor şi cea a braţului peniţei înregistratoare.

- *mecanismul înregistrator,* compus din braţul cu peniţa înregistratoare şi cilindrul înregistrator care efectuează o turaţie completă într-o zi sau o săptămână,în funcţie de care higrografele pot fi zilnice sau săptămânale (Elena Erhan, 1999).

Instalarea şi întreţinerea higrografelor

Higrograful se instalează alături de termograf în adăpostul pentru aparatele înregistratoare, la înălţimea de 2 m deasupra solului în poziţie orizontală.

Întreţinerea sa presupune respectarea aceloraşi reguli ca în cazul termografului, ţinând însă cont de specificul lui.

Dacă aparatul funcţionează eronat (indică valori mai mari de 100%) va fi verificat astfel: se acoperă carcasa aparatului care protejează firele de păr cu o bucată de tifon bine umezit şi, dacă după 30′ peniţa înregistratoare nu s-a oprit în dreptul diviziunii 100% de pe higramă, ea se aduce acolo prin manevrarea dispozitivului de punere la valoare. Începând cu ziua următoare, indicaţiile higrografului se compară cu cele ale psihrometrului, diferenţele dintre ele nu trebuie să depăşească ±5% din valorile umezelii relative cuprinde între 20 şi 70% şi ±7% pentru valorile cuprinse între 70 şi 100%. Apariţia unor diferenţe mai mari sunt cauzate de:

- fixarea slabă a mănunchiului de fire la unul din capete;
- frecarea prea mare a peniţei înregistratoare pe higramă;
- pierderea mobilităţii axului de suspensie, datorită îmbâcsirii cu praf sau a strîngerii exagerate a şuruburilor.

- curăţirea firelor de păr se face prin spălarea lor cu apă distilată, în aşa fel încât să nu fie rupte, respectiv se blochează pârghia peniţei (cu un dispozitiv special) pentru a destinde firele (Ciulache, 1973).

Efectuarea înregistrărilor şi prelucrarea higrogramei

La efectuarea observaţiilor cu ajutorul higrografelor se va avea în vedere respectarea aceloraşi reguli ca în cazul termografului.

Dacă higrograful funcţionează defectuos (înregistrează valori peste 100%) la ora 12, după scoaterea higrogramei respective va fi verificat, în locul lui instalându-se higrograful de rezervă, urmând ca după verificare şi reglare, aparatul să fie repus în funcţiune în locul celui de rezervă.

Dacă higrograma conţine înregistrări cu valori de peste 100%, acestea vor fi citite prin apreciere şi înscrise la orele respective, aşa cum rezultă din înregistrare (101%, 102%, 103% etc) după care vor fi corectate. Dacă şi după aplicarea corecţiilor, unele valori orare sunt mai mari de 100%, ele vor fi considerate 100%.

În situaţia în care la staţie nu există higrograf de rezervă, în timpul în care se verifică higrograful la punctul 100%, se vor efectua măsurători orare cu psihrometrul (sau higrometrul dacă temperaturile scad sub -10^0C), iar datele respective se vor nota pe higrogramă la orele la care nu există înregistrări în dreptul valorilor corectate.

După verificare (2-3 ore) higrograful se reinstalează o dată cu efectuarea *măsurătorii* psihrometrice şi marcajul de început al noii înregistrări, iar pe verso-ul diagramei vor fi specificate aceste aspecte alături de notaţiile obişnuite.

Descifrarea higrogramei se face pe baza aceloraşi reguli ca în cazul termogramei, luându-se ca valori absolute cele indicate de măsurătorile psihrometrice, excepţie cazul în care temperatura aerului coboară sub -10^0C, când pe higrogramă se notează valorile citite la higrometru, diferenţele pentru aceste termene obţinându-se folosind valorile de la higrograf şi higrometru (I.N.M.H., 1995).

Metoda gravimetrică sau chimică se utilizează pentru determinarea umidităţii absolute în condiţii de laborator şi constă în aspirarea cu ajutorul unei pompe a unui volum de aer ce este trecut printr-un şir de tuburi în formă de U umplute cu o substanţă higroscopică (fig.30). La trecerea aerului prin tuburi, vaporii de apă conţinuţi de el vor fi absorbiţi de substanţa higroscopică, ce îşi va mări greutatea. Notând cu g_1 şi

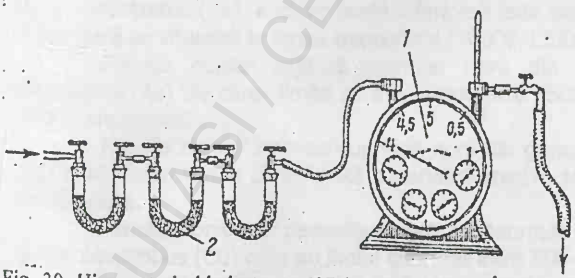


Fig. 30. Higrometrul chimic (sursa: V.Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p. 117): 1. Sistem de măsurare a cantităţii de aer; 2. Tub de sticlă cotit

g_2 greutatea tuburilor înainte şi după cântărire iar prin V, volumul (în m^3), greutatea vaporilor de apă absorbiţi va fi:

$$Q = \frac{g_2 - g_1}{V} (g/cm^3)$$

Metoda punctului de rouă este rar utilizată în practica meteorologică şi se bazează pe faptul că, răcind o anumită cantitate de aer, umiditatea lui absolută nu se modifică, dar creşte umiditatea relativă până la atingerea punctului de rouă, când începe condensarea vaporilor de apă.

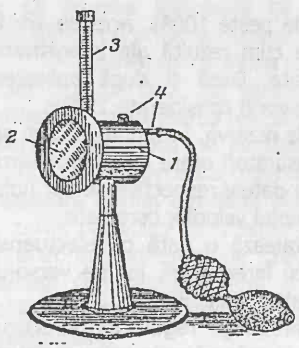


Fig. 31. Higrometrul Lambrecht (sursa: V.Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p. 118): 1. Capsulă metalică; 2. Placă metalică; 3. Termometru; 4.Canale pentru aer

Pe acest principiu este construit higrometrul Lambrecht (fig. 31) care este alcătuit dintr-o capsulă metalică, prevăzută în faţă cu o placă metalică nichelată prinsă într-un punct de cadrul marginal iar în partea superioară cu un locaş în care se introduce un termometru. În capsula umplută până la jumătate cu eter se pompează aer care este evacuat rapid printr-un orificiu aflat în partea superioară. Curentul de aer determină evaporarea eterului, care se produce cu consum de căldură, fapt ce duce la răcirea rapidă a plăcii nichelate, care în momentul atingerii punctului de rouă se aburește. Cunoscând valoarea punctului de rouă, din tabelele psihrometrice se determină celelalte valori ale umezelii aerului (Fărcaş, 1987)

BCU IASI / CENTRUL DE LECTURĂ

8. OBSERVAŢII ŞI MĂSURĂTORI ASUPRA NEBULOZITĂŢII

Noţiunea de nebulozitate se referă la gradul de acoperire a cerului cu nori.

Norul este un hidrometeor constituit dintr-o suspensie de particule minuscule de apă lichidă sau de gheaţă, în atmosferă sau din ambele, dar, uneori conţine particule solide provenite din vapori industriali, fum, pulberi, cenuşă etc.

Compoziţia şi procesele mereu schimbătoare care stau la baza apariţiei şi dezvoltării norilor imprimă acestora un aspect foarte variat: de la bancurile izolate ori dispuse în şiruri sau benzi până la păturile care acoperă parţial sau în întregime cerul.

Norii au o importanţă deosebită în ceea ce priveşte prevederea timpului, protecţia navigaţiei aeriene sau cunoaşterea proceselor fizice din atmosferă, motiv pentru care se impune observarea atentă a apariţiei, dezvoltării, transformării, deplasării şi disipării tuturor norilor de pe bolta cerească, precum şi fenomenele asociate cu diversele faze de evoluţie ale lor.

8.1. Criterii de clasificare a norilor

Norii se clasifică în funcţie de forma, înălţimea, geneza şi structura lor microfizică. Astfel, după *aspectul exterior (formă)* se deosebesc:

- *nori cumuliformi* dispuşi sub forma unor grămezi cu aspect de rotocoale de fum cu dezvoltare verticală în timpul formării lor şi extindere pe orizontală în timpul destrămării;

- *nori ondulaţi* care apar sub forma unui strat cu aspect de valuri sau şiruri alcătuite din elemente fibroase, lamelare sau sferice;

- *nori stratiformi* cu aspect de văl, mai mult sau mai puţin dens, care formează o masă compactă ce poate acoperi în totalitate bolta cerească.

După *înălţimea la care se află (altitudinea relativă),* pentru zona temperată s-au stabilit următoarele familii, fiecare familie cuprinzând mai multe genuri divizate în specii şi varietăţi.

Familia norilor superiori cuprinde norii din genurile: Cirrus (Ci), Cirrocumulus (Cc), Cirrostratus (Cs), a căror limită inferioară este situată la peste 6000 m, iar limita superioară se situează la limita troposferei (10000-13000 m).

Familia norilor mijlocii cuprinde norii din genurile Altocumulus (Ac) şi Altostratus (As) ale căror limite sunt cuprinse între 2500 m (inferioară) şi 6000-7000 m (limita superioară).

Familia norilor inferiori cuprinde norii din genurile Stratocumulus (Sc), Stratus (St) şi Nimbostratus a căror limită superioară medie, se situează la mai puţin de 2500 m altitudine.

Familia norilor cu dezvoltare verticală cuprinde norii din genurile Cumulus (Cu) şi Cumulonimbus (Cu) care au limite cuprinse între 500-1000 m şi 11000-13000 m.

În practica meteorologică însă, norii cu dezvoltare verticală sunt consideraţi nori inferiori, deoarece baza lor se situează în mod constant până la 2500 m înălţime, adică în etajul inferior al troposferei. De asemenea, norii Nimbostratus care au baza

sub limita de 2500 m înălţime, sunt consideraţi nori mijlocii, deoarece masa lor principală se situează între limitele respective.

Aşadar, în practica meteorologică, norii sunt grupaţi în trei etaje, având următoarea repartiţie:

- Cirrus, Cirrostratus, Cirrocumulus, în etajul superior;
- Altocumulus, Altostratus, Nimbostratus, în etajul mijlociu;
- Stratocumulus, Stratus, Cumulus, Cumulonimbus, în etajul inferior (I.N.M.H., 1981).

8.2. Clasificarea morfologică şi caracterizarea norilor

Această clasificare are la bază criteriul aspectului exterior pe care îl îmbracă norii la care se adaugă o serie de particularităţi privind geneza, dezvoltarea şi transformarea lor.

NORII ETAJULUI SUPERIOR – Ci, Cs, Cc

Caracterele generale sunt date de:

- subţirime, transparenţă, culoare alb strălucitoare;
- nu dau precipitaţii, doar virga apare sub unele varietăţi;
- permite observarea albastrului cerului şi a astrelor luminoase;
- generează fenomenul de halo, specific numai norilor cirriformi, dar este complet numai pe norii Cirrostratus;
- constituie un element de prognoză, întrucât apar în asociaţii specifice marilor sisteme noroase, care însoţesc în deplasarea lor perturbaţiilor ciclonice.

1.Genul Cirrus (Ci)

Definiţie: filamente, bancuri sau benzi alb-strălucitoare.

Caracteristici:

- sunt alcătuiţi exclusiv din cristale de gheaţă, fapt ce explică transparenţa acestor nori.
- se formează prin sublimarea vaporilor de apă datorită răcirii adiabatice a aerului aflat în mişcare ascendentă de-a lungul zonelor frontale din troposfera înaltă sau prin evoluţia norilor Altocumulus floccus şi castellanus, Cirrocumulus (din trenele de virga), Cirrostratus (subţierea lor), Cumulonimbus şi Cumulus congestus (desprinderea părţilor superioare);
- nu dau precipitaţii, dar când cristalele de gheaţă ating densităţi şi dimensiuni mari, cad spre suprafaţa terestră, formând adevărate trene, care, dacă ajung în zona temperaturilor pozitive, se transformă în picături, dând acelei părţi a norului o culoare cenuşie care contrastează cu restul masei noroase alb-strălucitoare;
- fiind situaţi la mari înălţimi, sunt primii care se colorează şi devin strălucitori dimineaţa, la răsăritul Soarelui şi ultimii care rămân luminaţi şi devin cenuşii după apus;
- generează fenomenul de halo;
- se situează la 6000-12000 m iar grosimea lor variază de la câteva sute de metri până la mii de metri;
- micşorează puţin intensitatea radiaţiei solare şi nu dau umbre;
- denumirea provine de la latinescul "cirrus" = bucle de păr.

Specii:

1. *Cirrus fibratus (Ci.fib.)* – filamente distanţate, rectilinii sau curbate fără a fi terminate prin gheare, virgule sau cârlige (fig. 35); fibratus (lat.) = fibros, constituit din fibre sau filamente.

2. *Cirrus uncinus (Ci.unc.)* – filamente alungite cu capetele îndoite sub formă de gheare , virgule sau cârlige; prezenţa lor indică apropierea unui front cald (fig.32); uncinus (lat.)=cârlig, curbat.

3. *Cirrus spissatus (Ci.sp.).*– bancuri cu masa principală relativ densă, mai închisă la culoare, voalează soarele iar marginile sunt destrămate (fig.33); spissatus (lat.) = îngroşat, mai compact.

4. *Cirrus castellanus (Ci.cas.)* – turnuleţe rotunjite care stau pe o bază comună; sunt destul de denşi, iar lărgimea aparentă a protuberanţelor este în jur de un grad (lărgimea aparentă de un grad corespunde cu cea a degetului mic atunci când se ţine braţul întins (fig.34); castellum(lat.)=castel puternic, incinta unui oraş fortificat.

5. *Cirrus floccus (Ci.flo.)* – fulgi sau flocoane mici, cu marginile zdrenţuite, destrămate, însoţite de virga şi cu o lăţime aparentă a locoanelor în jur de un grad; floccus (lat.)=smoc de lână, păr sau puful unei stofe.

Varietăţi:

1. *Cirrus intortus (Ci.in.)* – filamente curbate neregulat, încurcate, în dezordine (fig.35); intortus (lat.)= întors,răsucit, încurcat.

2. *Cirrus radiatus (Ci.ra)* – benzi paralele care, datorită efectului de perspectivă, converg aparent către unul sau două puncte opuse ale orizontului (fig.34); radiatus (lat.)=a fi radiant.

3. *Cirrus vertebratus (Ci.ve.)* – filamente dispuse într-o formă care aminteşte de scheletul unui peşte (fig.36) (vertebratus= a avea vertebre) .

4. *Cirrus duplicatus (Ci.du.)* – straturi suprapuse de nori, situate la niveluri diferite şi, uneori, parţial unite între ele; duplicatus (lat.) = dublare, repetare, a fi dublu.

Particularităţi suplimentare şi nori anexă

mamma = protuberanţe care atârnă la baza unui nor, cu aspect de mameloane; mamma (lat.) = mamelon.

2. Genul Cirrocumulus (Cc)

Definiţie: banc, strat sau pătură subţire de nori albi compus din elemente foarte mici, având formă de fulgi sau globuri dispuse în şiruri sau grupe.

Caracteristici:

-sunt constituiţi aproape exclusiv din cristale de gheaţă, dar în partea inferioară conţin picături de apă suprarăcită care se transformă rapid în cristale de gheaţă;

- procesul general de formare este identic cu al norilor Cirrus, dar se mai pot forma şi prin transformarea norilor Cirrus, Cirrostratus sau Altocumulus;
- multitudinea elementelor mici la imprimă un aspect ridat;
- nu au umbre proprii;

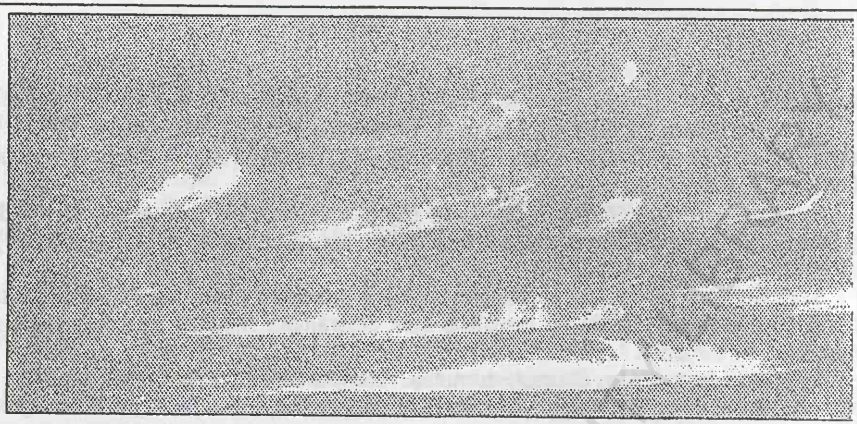


Fig. 32. Cirrus uncinus (sursa: INMH, 1983, pl. 117).

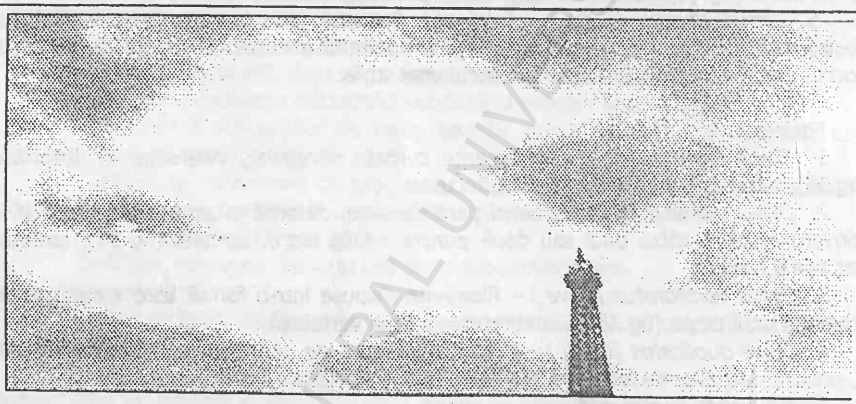


Fig. 33. Cirrus spissatus (sursa: INMH, 1983, pl. 119).

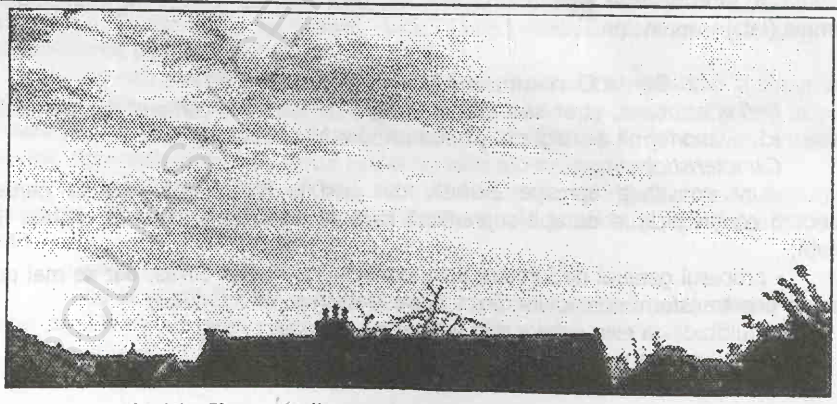


Fig. 34 . Cirrus castellanus radiatus (sursa: INMH, 1983, pl. 122).

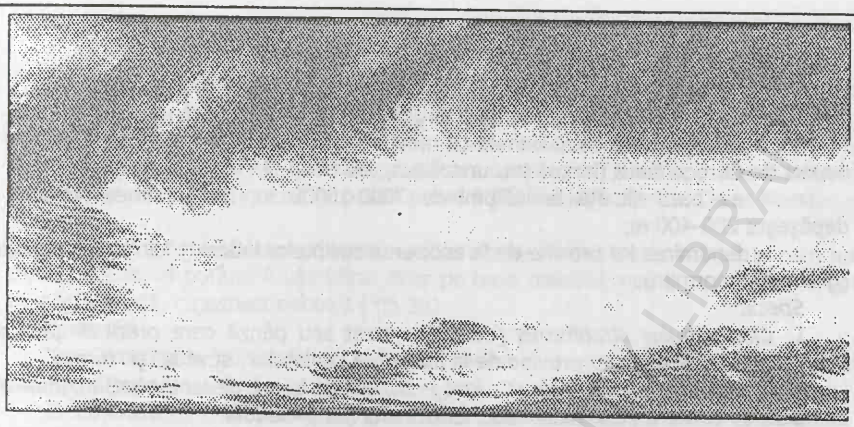


Fig. 35. Cirrus fibratus intortus (sursa: INMH, 1983, pl. 114).

Fig. 36. Cirrus vertebratus (sursa: INMH, 1983, pl. 115).

Fig. 21. Cirrocumulus stratiformis undulatus (sursa: INMH, 1983, pl. 150).

- elementele componente au o lărgime aparentă inferioară unui grad;
- trenele lăsate de avioanele cu reacţie în zbor pot să se dezvolte căpătând un aspect de Cirrocumulus floccus sau undulatus, dar existenţa lor este efemeră;
- au baza situată la înălţimi de 7000-10000 m, iar grosimea stratului nu depăşeşte 200-400 m;
- denumirea lor provine de la asocierea cuvintelor latineşti "cirrus" şi "cumulus" (grămadă, morman).

Specii:

1. *Cirrocumulus stratiformis (Cc.str.)* – strat sau pânză care prezintă găuri sau fisuri (fig. 37); denumirea provine de la asocierea cuvintelor "stratus" şi "forma".
2. *Cirrocumulus lenticularis (Cc.lent.)*– bancuri în formă de lentile sau migdale albe alungite, cu contururi clar delimitate; lenticularis (lat.)= lentila.
3. *Cirrocumulus castellanus (Cc.cas)* – au elementele dezvoltate pe verticală sub formă de turnuri mici aşezate pe o bază comună, cu lăţimea aparentă sub un grad; prezenţa lor indică o instabilitate atmosferică la acel nivel; castellanus (lat.)= castel puternic, incinta unui oraş fortificat.
4. *Cirrocumulus floccus (Cc.flo.)* – flocoane cumuliforme mici provenite din destrămarea bazei norilor Cirrocumulus castellanus, au lăţimea aparentă mai mică de un grad; prezenţa lor indică o instabilitate atmosferică la nivelul respectiv; floccus (lat.) = smoc de lână, păr.

Varietăţi:

1. *Cirrocumulus undulatus (Cc.un.)* – elementele norului sunt dispuse în şiruri aliniate sau nu, dând aspectul unor valuri de nisip (fig.37);undulatus = cu unde, ondulaţii.
2. *Cirrocumulus lacunossus (Cc.la.)* – banc, pânză sau strat care conţine spaţii senine mici şi rotunjite dispuse într-o formă asemănătoare unel plase sau unui fagure de miere; lacunossus (lat.)= gaură, lacună ;

Particularităţi suplimentare şi nori anexă: virga sub Cc flo şi Cc cas şi uneori mamma.

3.Genul Cirrostratus (Cs)

Definiţie: văl noros transparent şi albicios, cu aspect fibros, difuz, care acoperă parţial sau în întregime cerul.

Caracteristici:

- sunt constituiţi din cristale de gheaţă foarte mici, foarte dispersate, fapt ce le explică transparenţa (uneori se vede conturul Soarelui);
- la fel ca norii Cirrus, pot proveni şi din evoluţia altor nori, respectiv: contopirea elementelor din componenţa norilor Cirrus şi Cirrocumulus, căderea cristalelor de gheaţă din Cirrocumulus subţierea şi înălţarea unui altostratus sau etalarea nicovalei unui Cumulonimbus;
- uneori vălul este atât de subţire, încât pe cer se vede doar o nuanţă albicioasă, caz în care el poate fi identificat pe baza fenomenului de halo, care evidenţiază pânza respectivă;
- nu dau umbre şi nu determină dispariţia umbrelor obiectelor de pe sol;

- denumirea lor provine de la asocierea cuvintelor latineşti "cirrus" şi "stratus".

Specii:

1. *Cirrostratus fibratus (Ci.fib)* – văl alburiu compus din filamente rectilinii sau curbilinii fără a fi terminate prin cârlige, gheare sau virgule; arată apropierea unui front cald însoţit de vreme închisă şi poate proveni din evoluţia norilor Cirrus fibratus sau spissatus.

2. *Cirrostratus nebulosus (Cs.neb)* – văl uniform alburiu foarte subţire în care nu se disting detalii, el putând fi identificat doar pe baza haloului; nebulosus (lat.) =acoperit de pâclă, ceaţă, cu aspect nebulos (fig.38).

Varietăţi:

1. *Cirrostratus duplicatus (Cs.du.)* – pânze sau straturi suprapuse, situate la niveluri diferite şi uneori unite între ele.

2. *Cirrostratus undulatus (Cs.un.)* – Cirrostratus care prezintă ondulaţii.

Particularităţi suplimentare şi nori anexă – nu prezintă.

NORII ETAJULUI MIJLOCIU – Ac, As, Ns

Caractere generale

- sunt nori de mari dimensiuni constituiţi în bancuri sau pânze care acoperă, deseori, întreaga boltă cerească;
- au structură mixtă sau predominant lichidă;
- sunt mai groşi decât norii superiori, deci au umbre proprii, nu permit observarea albastrului cerului prin ei, obiectele terestre nu au umbre (chiar dacă Soarele se mai zăreşte prin ei), pot masca în întregime Soarele şi Luna;
- în cadrul acestei familii au fost incluşi şi norii Nimbostratus care au baza situată sub limita arbitrară de 2500 m, dar masa lor principală se situează deasupra acestei limite.

4. Genul Altocumulus

Definiţie: banc, strat sau pătură de nori albi sau/şi cenuşii care, spre deosebire de Cirrocumulus, au elementele componente mult mai mari (lărgimea aparentă este cuprinsă între unu şi cinci grade – lărgimea aparentă de cinci grade corespunde cu cea a trei degete atunci când se ţine braţul întins -), în formă de lamele sau pietre ovoide şi dau umbre.

Caracteristici:

- prezintă o structură mixtă (picături fine de apă şi cristale de gheaţă);
- se formează datorită răcirii aerul aflat în mişcări convective (speciile castellanus şi floccus), ascendente (de-a lungul pantelor frontale) sau ondulatorii (la nivelul unei inversiuni de altitudine sau al unei regiuni montane, în partea de sub vânt a obstacolelor), precum şi din transformarea altor genuri : Cirrucumulus, Stratocumulus, Altostratus, Cumulus, Cumulonimbus;
- dau cerului o culoare vânătă spălăcită (mai ales Altocumulus floccus);
- formează coroane solare, lunare şi irizaţii;
- la apusul şi răsăritul soarelui se colorează în roşu-purpuriu;
- dau precipitaţii slabe şi de scurtă durată;

- când apar pe cer în benzi paralele, preced un front cald asociat de precipitaţii, iar specia castellanus anunţă ploi torenţiale însoţite de descărcări electrice şi furtună, ea putând fi prevăzută cu 6 ore înainte, deoarece este precedată de un banc negru de nori la orizont şi de o scădere bruscă a temperaturii;

- înălţimea bazei lor se situează la 2000-4000 m, iar grosimea stratului variază între 200 şi 700 m;

- determinarea lor provine de la asocierea cuvintelor latineşti "altum" (înalt) şi "cumulus" (grămadă).

Specii:

1. *Altocumulus stratiformis (Ac.str.)* – strat sau pânză de mare întindere, având elementele separate sau unite, funcţie de care se poate vedea albastrul cerului sau acesta apare mai întunecat (fig.39, 43).

2. *Altocumulus lenticularis (Ac.len.)* – banc ale cărui elemente alungite sunt dispuse izolat sau în grupuri mici. Apariţia lor anunţă un front rece. Se formează în regiunile montane datorită mişcărilor ondulatorii existente în curentul de aer perturbat de orografie, motiv pentru care au o poziţie aparent staţionară, paralelă cu linia de creastă şi durată scurtă de existenţă (fig.40).

3. *Altocumulus castellanus (Ac.cas.)* – turnuri (partea superioară) dispuse pe o bază comună orizontală (partea inferioară). Apar dimineaţa şi dispar la amiază, dar uneori capătă extindere mare pe verticală, transformându-se în Cumulus congestus sau Cumulonimbus. Prezenţa lor indică o instabilitate la acel nivel (fig.41).

4. *Altocumulus floccus (A.flo.)* - flocoane albe sau cenuşii cu aspect cumuliform având marginile zdenţuite şi prelungite cu virga (din cristale de gheaţă). Îşi schimbă mereu conturul, pot proveni din destrămarea norilor Altocumulus castellanus, dar se pot transforma în Altocumulus castellanus prin unirea flocoanelor într-o bază comună. Norii Altocumulus floccus şi Altocumulus castellanus, indică o instabilitate atmosferică la acel nivel însoţită de schimbarea vremii (fenomene orajoase) (fig.42).

Varietăţi:

1. *Altocumulus translucidus (Ac.tr.)* – banc, pânză sau strat prin care se vede poziţia Sarelui sau a Lunii, cu elementele componente, de culoare albă sau cenuşie, ordonate în şiruri orientate în una sau mai multe direcţii (translucidus=transparent, diafan) (fig.39); translucidus (lat.)=transparent, diafan.

2. *Altocumulus perlucidus (Ac.pe.)* – banc, pânză sau strat de culoare albicioasă având elementele distanţate (permit observarea Soarelui, Lunii, albastrului cerului, norilor aflaţi deasupra lor) şi dispuse în şiruri orientate în una sau mai multe direcţii (fig.39, 43); perlucidus(lat.)=lasă să treacă lumina.

3. *Altocumulus opacus (Ac.op.)* – banc, pânză sau strat ale cărui elemente sunt sudate, formând o pătură compactă prin care nu se poate vedea albastrul cerului, Soarele, Luna. Generează precipitaţii slabe, de scurtă durată, dar, de obicei, premerg sistemelor noroase precipitante; opacus(lat.)=întunecat, gros, opac.

4. *Altocumulus duplicatus (Ac.un.)* – una sau mai multe pânze sau straturi aflate la niveluri diferite şi uneori, unite între ele. Anunţă schimbarea vremii.

5. *Altocumulus undulatus (Ac.un.)* – elemente albe sau cenuşii unite sau nu, dispuse în formă de valuri sau şiruri (fig.43).

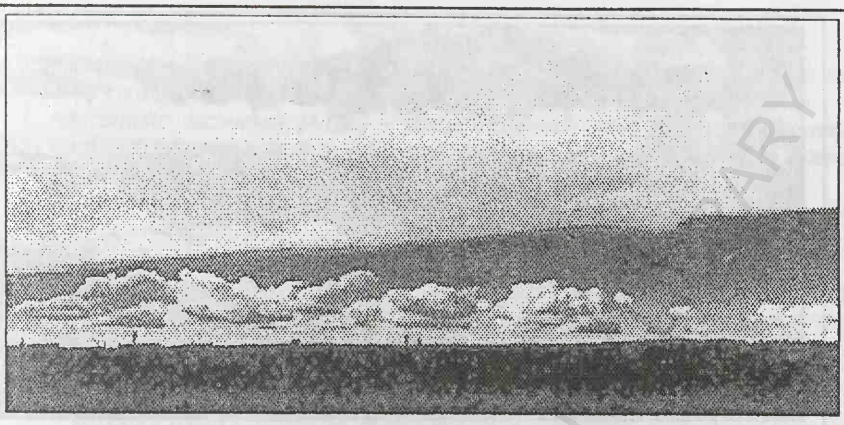


Fig. 38. Cirrostratus nebulosus şi Cumulus (sursa: INMH, 1983, pl. 148).

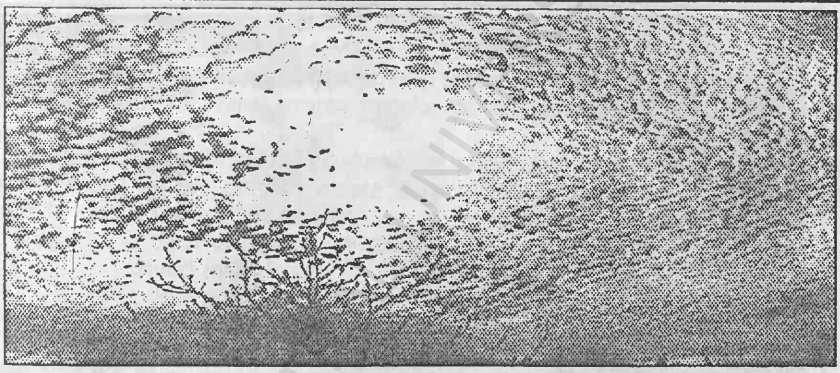


Fig. 39. Altocumulus stratiformis translucidus perlucidus
(sursa: INMH, 1983, pl. 66) .

Fig. 40. Altocumulus lenticularis (sursa: INMH, 1983, pl. 70)

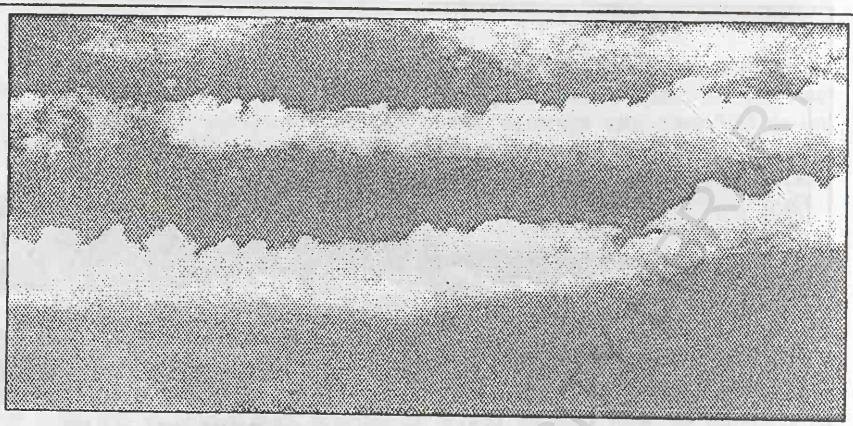


Fig. 41. Altocumulus castellanus radiatus (sursa: INMH, 1983, pl. 101).

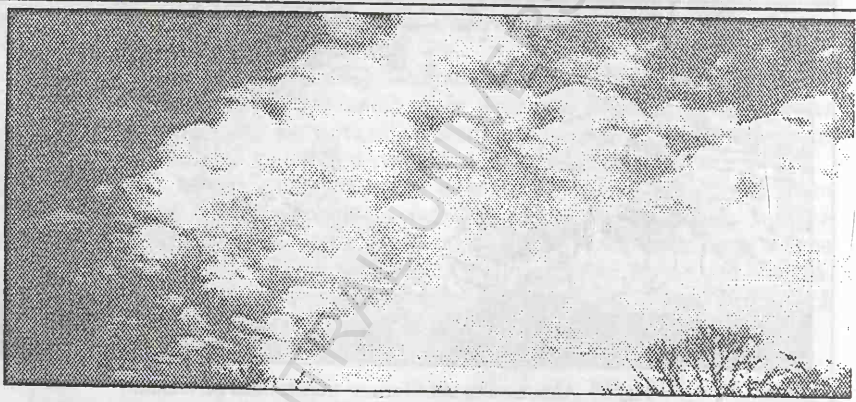


Fig. 42. Altocumulus floccus (sursa: INMH,1983, pl. 106).

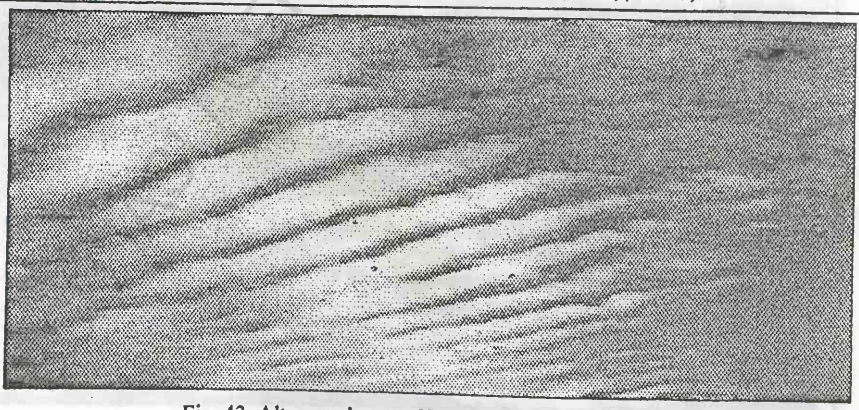


Fig. 43. Altocumulus stratiformis perlucidus undulatus
(sursa: INMH,1983, pl. 57).

6. *Altocumulus radiatus (Ac.ra.)* – benzi paralele, care datorită efectului de perspectivă, converg aparent într-unul sau mai multe puncte ale orizontului (fig.41).

7. *Altocumulus lacunosus (Ac.la.)* – pânză, strat sau banc care prezintă spaţii senine şi rotunjite dispuse alături de elementele norului în forma unui fagure de miere. Evoluează rapid.

Particularităţi suplimentare şi nori anexă: virga, mamma.

5. Genul Altostratus

Definiţie: pânză sau strat noros cenuşiu sau albicios de mare întindere orizontală (sute de km) cu aspect striat, fibros sau uniform care acoperă total sau parţial cerul; are o grosime relativ mică, fapt ce permite observarea Soarelui ca printr-un geam mat, însă nu prezintă fenomene de halo, ci doar coroană lunară sau solară.

Caracteristici:

- structură mixtă (cristale de gheaţă în partea superioară, cristale sau fulgi de zăpadă şi picături de apă suprarăcită în partea centrală şi picături de apă la bază);
- se formează prin condensarea vaporilor de apă, determinată de răcirea masei de aer aflată în mişcare ascendentă, de-a lungul pantelor frontale, în troposfera mijlocie, dar se pot forma şi prin îngroşarea şi coborârea norilor Cirrostratus, subţierea unui Nimbostratus ori transformarea trenelor de virga (cristale de gheaţă) dintr-un Altocumulus;
- dau precipitaţii slabe, sub formă de ploaie sau ninsoare continuă sau nu, care, de multe ori, se evaporă înainte de a atinge suprafaţa terestră, acest fapt aducând modificări structurale norului:
  - dacă evaporarea se produce chiar sub baza norului, el capătă un aspect mamelonat;
  - dacă precipitarea este mai intensă şi evaporarea se produce mai jos, sub baza norului se observă virga);
  - dacă precipitaţiile sunt foarte intense, ating suprafaţa terestră, baza norului devenind difuză şi aparent coborâtă;
- când pânza prezintă spaţii libere în interiorul ei, înseamnă că norul se află în faza de trecere de la Altrostratus la Altocumulus şi se notează As-Ac;
- sunt printre cei mai buni indicatori ai evoluţiei vremii, prezenţa lor indică deplasarea unei mase de aer cald peste una mai rece, fenomen care generează precipitaţiile de lungă durată mai ales când stratul de nori se îngroaşă şi coboară;
- înălţimea bazei lor se situează între 3000 şi 5000 m, iar grosimea variază între 1000 şi 2000 m;
- denumirea este dată de asocierea cuvintelor latineşti "altum" şi "stratus".

Specii:

Datorită uniformităţii care îi caracterizează nu prezintă specii.

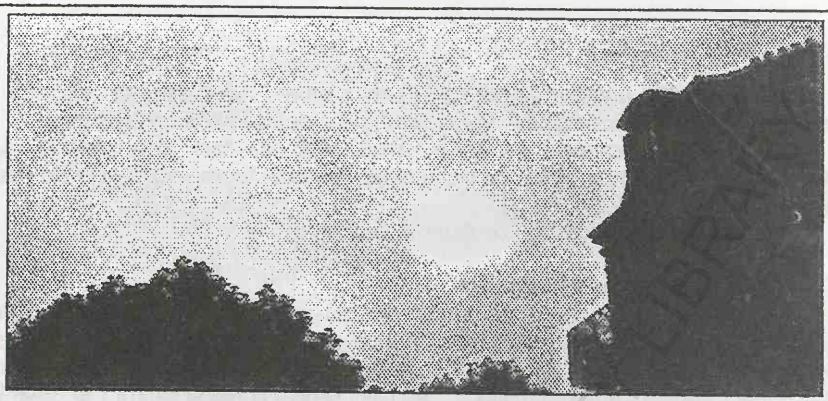


Fig. 44. Altostratus translucidus (sursa: INMH,1983, pl. 57).

Fig. 45. Stratocumulus stratiformis translucidus
(sursa: INMH,1983, pl. 23).

Fig. 46. Stratocumulus castellanus (sursa: INMH,1983, pl. 9).

Varietăţi:

1. *Altrostratus translucidus (As.tr.)* – strat sau pânză albicioasă, asemănătoare cu Cirrostratus, dar mai densă, mai groasă şi mai cenuşie decât acesta, prin care Soarele sau Luna se vede ca printr-un geam mat, iar obiectele terestre nu au umbre proprii; (fig.44).

2. *Altrostratus opacus (As.op.)* – pânză sau strat continuu, omogen de culoare cenuşie intensă care maschează complet Soarele sau Luna. Generează precipitaţii slabe (uneori doar virga), iar iarna dau ninsori intermitente şi abundente, fiind însoţiţi de nori anexă de tip pannus.

3. *Altrostratus duplicatus (As.du.)* – două sau mai multe straturi situate la niveluri diferite şi uneori unite.

4. *Altrostratus undulatus (As.un.)* – unul sau mai multe straturi în care se observă ondulaţii.

5. Altrostratus radiatus (As.ra.) – benzi late, paralele care converg aparent către unul sau două puncte ale orizontului.

Particularităţi suplimentare şi nori anexă: precipitatio, virga pannus.

6.Genul Nimbostratus

Definiţie: strat noros cenuşiu, deseori întunecat, gros de 2000-3000 m (maschează complet Soarele), cu aspect difuz datorită căderilor de precipitaţii continue sau rare, sub formă de ploaie sau ninsoare care ajung la sol (fig.53).

Caracteristici:

- structura mixtă (picături de apă suprarăcită, picături de ploaie, cristale sau fulgi de zăpadă;
- se formează în urma condensării vaporilor de apă datorită răcirii adiabatice a masei de aer aflată în mişcare ascendentă lentă de-a lungul pantelor frontale, în straturile joase ale troposferei, dar şi prin îngroşarea şi coborârea norilor Altostratus (cel mai frecvent), Stratocumulus ori Altocumulus sau prin etalarea norilor Cumulonimbus şi Cumulus congestus;
- uneori par luminaţi din interior, fenomen datorat absenţei picăturilor de apă din partea inferioară a norului, ca urmare a măturării lor de către precipitaţiile care cad sau a evaporării lor, cauzată de prezenţa picăturilor de ploaie mai reci ori a fulgilor de zăpadă;
- dau precipitaţii sub formă de ploaie sau zăpadă, având caracter general şi de lungă durată;
- au baza netedă, uniformă, acoperită de mai multe ori de nori pannus;
- dacă un nor asemănător unui Nimbostratus este însoţit de fulgere, tunete sau grindină, convenţional se va numi Cumulonimbus, chiar dacă observatorul nu poate identifica şi alte elemente caracteristice norilor Cb;
- baza situată sub 1000 m, grosimea între 2000 şi 3000 m;
- nu sunt buni indicatori ai evoluţiei vremii, deoarece în momentul în care se constată apariţia lor pe cer, vremea rea s-a şi instalat: ploi abundente, ninsori intense, viscole, vânturi în rafale;
- denumirea provine de la cuvintele latineşti "nimbus"=nor ploios şi "stratus";

- datorită uniformităţii sub care se observă întotdeauna, nu prezintă nici specii, vici varietăţi.

Particularităţi suplimentare şi nori anexă

Principalele particularităţi sunt *precipitatio* (ploaie, lapoviţă, ninsoare sau granule de gheaţă) şi *virga*, iar ca nori anexă amintim *pannus* formaţi la baza norului Nimbostratus, în aerul umed şi turbulent, pe baza evaporării parţiale a precipitaţiilor şi a recondensării acestora. La început sunt rari şi distanţaţi, îşi schimbă rapid forma, se deplasează sub acţiunea vântului, dar dacă precipitaţiile durează mult, se unesc între ei în urma coalescenţei particulelor lor cu picăturile de ploaie sau fulgi de zăpadă care îi traversează, formând o pătură continuă; dacă precipitaţiile devin foarte puternice, dispar treptat, datorită mulţimii picăturilor de ploaie în cădere care depăşesc evaporarea. Norii de tip pannus nu generează precipitaţii.

NORII ETAJULUI INFERIOR – Sc, St, Cu, Cb

Caractere generale

–au baza situată sub 2500 m şi forme variate: grămezi, bancuri, pânze, valuri;

- sunt groşi, opaci, nu permit observarea Soarelui sau a Lunii prin ei, dar când razele Soarelui pătrund printre elementele lor, marginile acestora fiind subţiri, devin argintii strălucitoare iar razele apar sub forma unor fascicule luminoase dispuse în formă de con, care emană din baza norului;

- sunt constituiţi din picături de apă, excepţie cazurile în care sunt situaţi în domeniul temperaturilor negative, când au structură mixtă;

- norii cu dezvoltare verticală (Cu, Cb) au fost consideraţi nori inferiori, datorită situării lor între nivelul solului şi limita arbitrară de 2500 m, chiar dacă uneori în dezvoltarea lor ating limita superioară a troposferei.

7. Genul Stratocumulus

Definiţie: banc, pânză sau strat de nori cenuşii sau/şi albicioşi, alcătuit din elemente mari, dispuse în valuri, cu aspect nefibros (fără virga) de creste sau masive, sau în rânduri orientate în una sau mai multe direcţii, lăţimea aparentă a elementelor fiind mai mare de 5 grade.

Caracteristici:

– sunt constituiţi din picături de apă însoţite de picături de ploaie sau picături îngheţate (măzăriche moale) şi, foarte rar, de cristale şi fulgi de zăpadă;

- se formează_prin răcirea aerului în mişcările ondulatorii care apar în partea de sub vânt a obstacolelor (dealuri, munţi) sau în straturile situate sub 2000 m (apar repede, dimineaţa şi seara, durează doar câteva ore şi dispar o dată cu încetarea inversiunii) sau convective, turbulente, situate sub un Altostratus ori Nimbostratus, dar şi prin evoluţia norilor Altocumulus (îngroşare şi coborâre), Stratus (ridicare) şi Cumulonimbus (destrămarea sau etalarea lor la nivelul unei inversiuni, cu formarea unui banc de Stratocumulus care înconjoară trunchiurile cumuliforme);

- pe timp foarte rece generează virga (cristale de gheaţă) însoţită de halo;

- precipită foarte rar, sub formă de picături mari şi rare de ploaie, fulgi rari de zăpadă sau boabe rare de măzăriche moale, în cantităţi mici şi de scurtă durată; când acestea se intensifică, înseamnă că norii Stratocumulus încep să se transforme în alţi nori precipitanţi;

- elementele componente sunt grupate în bancuri, iar dacă apar sub formă de domuri, acestea sunt dispuse pe o bază comună;

- când sunt subţiri formează coroane sau irizaţii;

- au baza situată la 500-1500 m iar grosimea variază între 200 şi 800 m;

- denumirea lor este dată de asocierea cuvintelor latineşti "stratus" şi "cumulus".

Specii:

1. *Stratocumulus stratiformis (Sc.str.)* – rulouri sau plăci mari dispuse în strat sau pânză de mare întindere; sunt cei mai frecvenţi (fig.45,47);

2. *Stratocumulus lenticularis (Sc.len.)* – lentile sau migdale cu lăţimea aparentă mai mare de 5 grade (când sunt observate sub un unghi mai mare de 30^0 deasupra orizontului); sunt rar întâlniţi în zonele montane şi au existenţă efemeră;

3. *Stratocumulus castellanus (Sc.cas.)* – bonete dispuse pe o bază orizontală comună, ei putându-se transforma în Cumulus congestus sau Cumulonimbus. Preced furtunile (fig.46).

Varietăţi: (apar în general la specia stratiformis)

1. *Stratocumulus translucidus (Sc.tr.)* – banc, pânză sau strat care permite observarea poziţiei Soarelui sau a Lunii, iar printre spaţiile dintre elementele componente se vede albastrul cerului (fig.45);

2. *Stratocumulus perlucidus (Sc.pe.)* – banc, pânză sau strat care între elementele sale prezintă spaţii libere, prin care se poate vedea Luna, Soarele, albastrul cerului sau norii de deasupra lor;

3. *Stratocumulus opacus (Sc.op.)* – pânză sau strat continuu constituit din rulouri sau dale care maschează complet Soarele sau Luna (fig.47);

4. *Stratocumulus duplicatus (Sc.du.)* – două sau mai multe pânze sau straturi suprapuse situate la nivele diferite şi parţial unite;

5. *Stratocumulus undulatus (Sc.un.)* – strat format din elemente groase, cenuşii, dispuse în linii paralele, intersectate uneori de un al doilea sistem de linii transversale (fig.47);

6. *Stratocumulus radiatus (Sc.ra.)* – benzi late paralele care datorită efectului de perspectivă converg aparent către unul sau două puncte opuse ale orizontului (fig.47);

7. *Stratocumulus lacunosus (Sc.la.)* – pânză, strat sau banc care prezintă spaţii senine şi rotunjite, dispuse în formă de fagure de miere.

Particularităţi suplimentare şi nori anexă: mamma, virga, praecipitatio.

8. Genul Stratus

Definiţie: strat noros cenuşiu cu baza uniformă, care dă precipitaţii sub formă de burniţă, ninsoare sau zăpadă grăunţoasă, prin care se vede conturul Soarelui, dar nu generează halo decât la temperaturi foarte scăzute.

Caracteristici:

- sunt constituiţi din picături mici de apă, dar la temperaturi scăzute conţin şi cristale de gheaţă, picături de burniţă, fulgi de zăpadă, zăpadă grăunţoasă, caz în care au aspect întunecat;
- se formează prin răcirea aerului ca urmare a fenomenelor de advecţie, de radiaţie nocturnă ascendentă de-a lungul unor pante frontale, de evaporare a precipitaţiilor care cad din norii aflaţi la un nivel superior, de condensare a vaporilor de apă în masa de aer rece care staţionează deasupra bazinelor acvatice mai calde sau deasupra curenţilor marini calzi, precum şi din evoluţia norilor Stratocumulus, Altostratus, Nimbostratus, Cumulus, Cumulonimbus;
- apar ca nişte pânze cenuşii, uniforme, opace (maschează Soarele şi Luna, excepţie momentul în care se destramă, când cei doi aştri se observă sub forma unor discuri luminoase, dar fără raze şi se vede albastrul cerului), joase (acoperă clădirile înalte – turnuri, coşuri) şi larg ondulate;
- vara, dimineaţa, Stratus are o durată de viaţă scurtă, ei se pot transforma în Cumulus humilis datorită curenţilor convectivi, dar iarna pot acoperi cerul zile întregi;
- când precipită (burniţă, fulgi de zăpadă, zăpadă grăunţoasă) reduc mult vizibilitatea orizontală;
- au baza situată la 100-700 m, iar grosimea variază între 200 şi 800 m.

Specii:

1. *Stratus nebulosus (St.neb.)* – cel mai frecvent întâlniţi, sub forma unei pături cu aspect nebulos, cenuşiu, uniform, seamănă cu ceaţa, reduce mult vizibilitatea orizontală (nebulosus=acoperit de pâclă, ceaţă, cu aspect nebulos) (fig.48).
2. *Stratus fractus (St.fra.)* – strat compus din fâşii neregulate, destrămate, ale căror contururi se modifică permanent şi rapid. Au existenţă efemeră, ei transformându-se în Cumulus o dată cu încălzirea solului (fig. 49); fractus (lat.)= a sparge, a rupe, a destrăma.

Varietăţi:

1. *Stratus opacus (St.op.)* – banc, pânză sau strat opac care maschează complet Soarele şi Luna; apar cel mai des.
2. *Stratus translucidus (St.tr.)* – banc, pânză sau strat mai subţire care permite observarea conturului Soarelui şi a Lunii.
3. Strat*us undulatus (St.un.)* – banc, pânză sau strat care prezintă ondulaţii; apare rar, doar când norul s-a format din Stratocumulus.

Particularităţi suplimentare – praecipitatio. Nu au nori anexă, dar pot fi ei observaţi ca nori anexă (St.fr. pannus) la genurile Altostratus, Nimbostratus, Cumulonimbus.

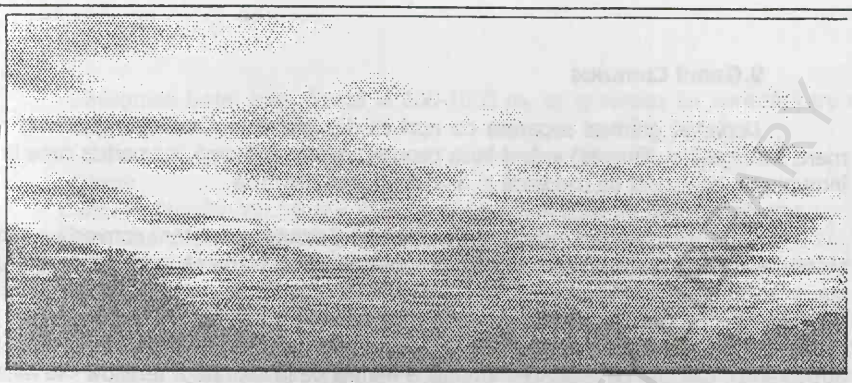


Fig. 47. Stratocumulus stratiformis opacus undulatus radiatus (sursa: INMH, 1983, pl. 25).

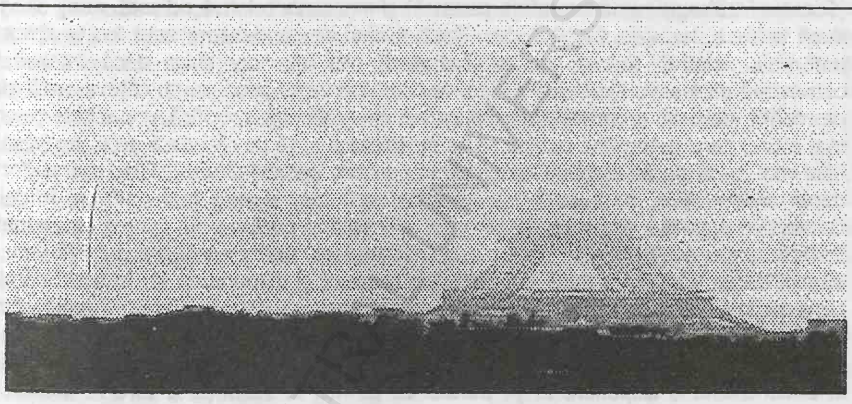


Fig. 48. Stratus nebulosus (sursa: INMH, 1983, pl. 29).

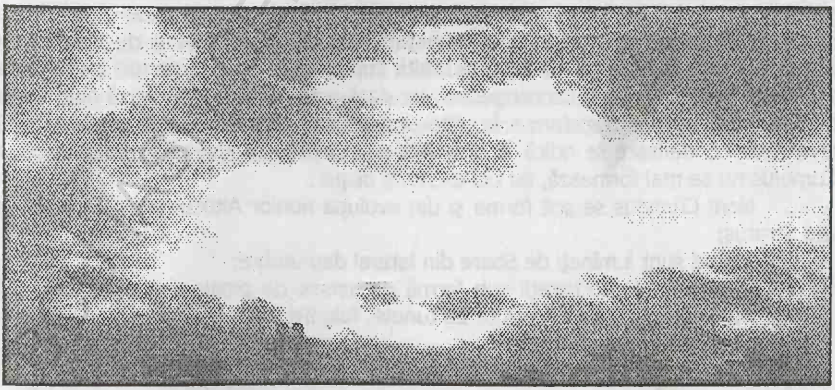


Fig. 49. Stratus fractus (sursa: INMH, 1983, pl. 32).

9.Genul Cumulus

Definiţie: grămezi separate de nori cu dezvoltare verticală (au grosimea mai mare sau egală cu lăţimea) având baza cenuşie, relativ uniformă, iar partea superioară înmugurită, cu aspect de conopidă şi de culoare mai deschisă.

Caracteristici:

- sunt constituiţi din picături de apă, dar datorită dezvoltării convective conţin şi cristale de gheaţă formate prin evaporarea şi sublimarea picăturilor de apă suprarăcite;
- se formează datorită curenţilor de convecţie care apar în masele de aer instabile (scăderea puternică a temperaturii aerului în straturile inferioare ale atmosferei), cauzată de încălzirea intensă a aerului de la suprafaţa terestră sau răcirea aerului în altitudine, în urma unei advecţii de aer mai rece. Pe *continente* se formează, mai ales, în dimineţile senine când scăderea verticală a temperaturii este mare (Soarele încălzeşte rapid suprafaţa terestră) şi umezeala relativă ridicată, ating apogeul după amiaza, iar spre seară dispar. Dacă nivelul de condensare este foarte ridicat şi umezeala relativă redusă, nu se formează nici un nor, chiar dacă intensitatea convectivă este semnificativă. Pe *oceane* cumulizarea se produce cu câteva ore înainte de răsărit, datorită proprietăţilor calorice ale apei (căldură specifică, capacitate calorică mai mare) care determină ca apa să se încălzească şi să se răcească greu, noaptea ea fiind mai caldă decât aerul cu care vine în contact, instabilizându-l. Fiind mai uniforme decât continentele, pe suprafeţele acvatice norii sunt dispuşi mai uniform, în celule convective aproape simetrice, fiecare nor evidenţiind poziţia unui curent ascendent şi fiecare spaţiu senin, poziţia unui curent descendent, uniformitate perturbată doar de intensificarea vântului urmată de dispariţia celulelor şi dispunerea lor în şiruri paralele cu direcţia vântului. Aceste condiţii se mai întâlnesc şi pe suprafeţele marilor câmpii continentale în zilele călduroase de vară. Pe *litoral* norii Cumulus se formează în timpul zilei ca efect al brizei, deasupra uscatului şi în timpul nopţii deasupra mării tot ca efect al brizei având o dispunere în şir paralel cu ţărmul, la distanţa la care se închide pe verticală circulaţia de briză.

Dezvoltarea norilor Cumulus depinde, pe lângă intensitatea convecţiei, de grosimea şi stabilitatea inversiunii sau izotermiei în funcţie de care se etalează sau îşi continuă evoluţia, precum şi de distanţa verticală dintre nivelul de condensare şi izotermie care, dacă este mare se dezvoltă curenţi convectivi puternici cu formare de Cumulus mediocris, Cumulus congestus, iar dacă este mică, se formează doar Cumulus humilis care se pot transforma în Altocumulus sau Stratocumulus persistenţi. Dacă nivelul de condensare se ridică în timpul zilei şi depăşeşte nivelul stratului stabil, norii Cumulus nu se mai formează, iar cei existenţi dispar.

Norii Cumulus se pot forma şi din evoluţia norilor Altocumulus, Stratocumulus sau Stratus;

- când sunt luminaţi de Soare din lateral dau umbre;
- generează precipitaţii sub formă de averse de ploaie sau ninsoare, cu fulgi mari şi rari, fără a fi însoţite de tunete, fulgere sau grindină;

- înălţimea bazei este situată la 600-1000 m, iar grosimea lor variază între o sută şi câteva mii de metri;
- denumirea provine de la latinescul "cumulus" = grămadă, morman.

Specii:

1. *Cumulus humilis (Cu.hum)* – apar în dimineţile senine de vară sub forma unor grămezi slab dezvoltate pe verticală care către amiază se îndesesc, se îngroaşă şi, dacă nu se transformă în Cumulus mediocris, spre seară dispar sau se transformă în Stratocumulus. Nu dau precipitaţii; humilis (lat.)=puţin înalt, jos (fig.50).

2. *Cumulus mediocris (Cu.med.)* – au o extindere verticală mai mare decât Cumulus humilis (dezvoltarea verticală o egalează pe cea orizontală), contururi mai nete iar în partea superioară apar înmuguriri (prelungiri) cu aspect clocotitor; fac trecerea între norii Cumulus humilis şi Cumulus congestus, nici ei nu dau precipitaţii; (fig.51); mediocris (lat.)= mijlociu, de categorie medie.

3. *Cumulus congestus Cu.cong.)* – au mare extindere verticală, partea superioară este bine înmugurită, cu aspect de conopidă, fiind rezultaţi în urma dezvoltării norilor Cumulus mediocris, Altocumulus sau Stratocumulus castellanus, iar spre seară fie se transformă în Stratocumulus, fie îşi continuă evoluţia, transformându-se în Cumulonimbus (fig.52); congestus(lat.)= a îngrămădi, a aduna, a acumula. Generează precipitaţii.

4. *Cumulus fractus (Cu.fra.)* – Cumulus mici, cu marginile destrămate ale căror contururi se modifică permanent. Apar în dimineţile senine, fiind o formă de tranziţie între Stratus şi Cumulus, iar când se formează sub Altostratus sau Nimbostratus din care cad precipitaţii, sunt mai închişi la culoare şi sunt consideraţi nori anexă de tip pannus.

Varietăţi:

1. *Cumulus radiatus (Cu.ra)* – şiruri paralele cu direcţia vântului ("drumuri de nori")care, datorită efectului de perspectivă, converg aparent către un punct sau două puncte opuse ale orizontului.

Particularităţi suplimentare: virga, praecipitatio, arcus (rulou orizontal, dens, cu marginile destrămate situat în faţa bazei norului Cumulus); arcus (lat.)=arc, arcadă, boltă; *tuba* (coloană sau con noros răsturnat în formă de pălărie care iese din baza norului Cumulus şi este datorată unui turbion de vânt; tuba (lat.)=trompetă, tub.

Nori anexă: pileus (bonetă situată deasupra norului Cumulus); pileus=bonetă, *velum* (seamănă cu pileus dar este mai extins pe orizontală); velum=pânză de corabie; *pannus* (fragmente sau fâşii noroase destrămate situate sub norul Cumulus cu care se pot uni); pannus (lat.)=bucată, zdreanţă, fâşie.

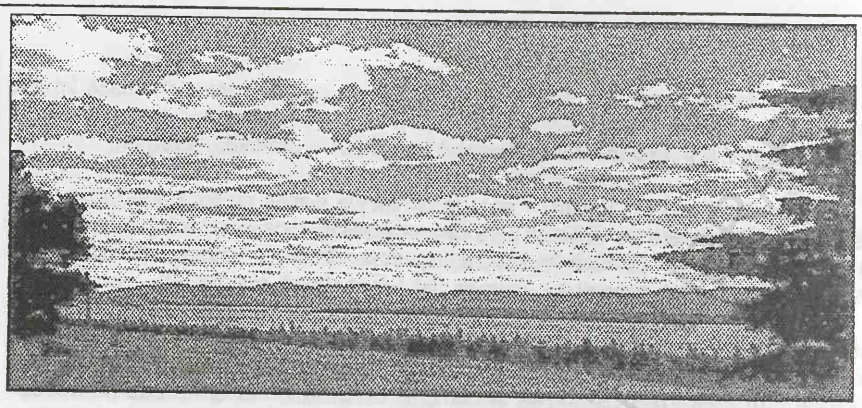


Fig. 50. Cumulus humilis şi Cumulus fractus
(sursa: INMH, 1983, pl. 3).

Fig. 51. Cumulus mediocris (sursa: INMH, pl. 5).

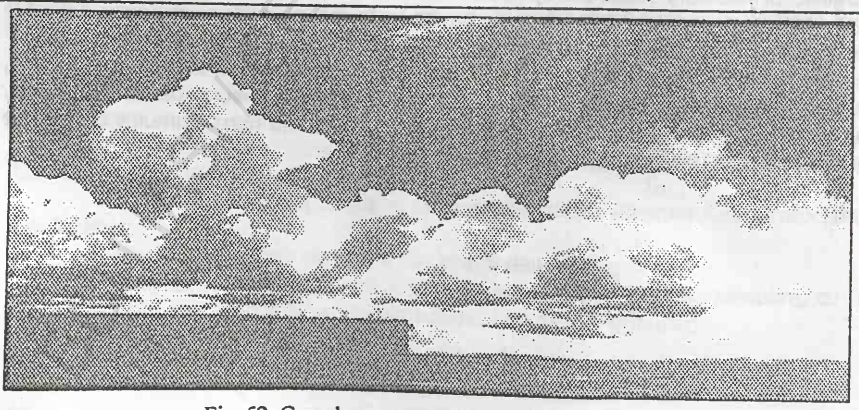


Fig. 52. Cumulus congestus (sursa: INMH, pl. 8).

10. Genul Cumulonimbus

Definiţie: nori denşi, cu mare extindere verticală în formă de munţi sau turnuri imense, având partea superioară fibroasă, cirriformă, aspect de nicovală, iar partea inferioară întunecată, neuniformă datorită trenelor de virga sau norilor joşi, destrămaţi, în formă de arc, aspect determinat de curenţii foarte puternici şi rafalele de vânt.

Caracteristici:

- structura mixtă (picături de apă suprarăcită, cristale de gheaţă, fulgi de zăpadă);
- se formează datorită curenţilor verticali ascendenţi, ca ultim stadiu de dezvoltare a norilor Cumulus congestus sau prin evoluţia norilor Altocumulus castellanus, Stratocumulus castellanus, Altostratus, Nimbostratus;
- priviţi de la distanţă apar ca nişte turnuri sau munţi, izolaţi sau în şiruri ce seamănă cu un zid ameninţător;
- când întâlneşte un strat gros de inversiune, partea lor superioră se aplatizează şi capătă un aspect de nicovală, dar dacă vântul, la acel nivel este foarte puternic, ea va fi redusă la jumătate şi va avea un contur rotunjit pe partea din care bate vântul;
- din destrămarea norilor Cumulonimbus rezultă nori caracteristici tuturor celor trei etaje: pânze sau bancuri de Cirrus spissatus (în partea superioară, datorită vântului puternic sau involuţiei norului), bancuri de Altocumulus sau Altostratus (în etajul mijlociu) şi Stratocumulus (în etajul inferior), toţi având existenţă efemeră, excepţie Cirrus spissatus care se menţin mult timp pe cer şi se deplasează la distanţe foarte mari faţă de locul de formare;
- generează precipitaţii sub formă de aversă, însoţite sau nu de oraje, vijelii, grindină sau trombe, iar dacă pânza de precipitaţii sau trenele de virga sunt situate în partea opusă Soarelui, pe suprafaţa lor, ca şi în cazul norilor Cumulus, se poate forma curcubeul;
- au baza situată la 400-1000 m, iar grosimea variază de la 3000-4000 m, până la limita superioară a troposferei;
- denumirea lor provine de la asocierea cuvintelor latineşti "cumulus" şi "nimbus".

Specii:

1 .*Cumulonimbus calvus (Cb.cal.)* – se caracterizează prin culoarea albicioasă prezenţa înmuguririlor aplatizate la partea superioară, fără contururi clare şi precipitaţii sub formă de aversă. Reprezintă un stadiu intermediar în dezvoltarea norilor Cumulonimbus, recunoscut după conturul difuz şi filamentele periferice care dau impresia că norul fumegă. Convenţional vor fi notaţi Cb.cal. şi norii cumuliformi bine dezvoltaţi din care nu cad precipitaţii, dar la baza lor se observă virga, fulgere ori se aud tunete (fig.54); calvus(lat.)=chel, jupuit, despuiat.

2. *Cumulonimbus capillatus (Cb.cap.)* – au partea superioară în formă de nicovală (*incus*) din care se desprind părţi cirriforme cu structură striată sau fibroasă. Generează averse însoţite de oraje, vijelii, grindină, iar la bază prezintă virga (fig.55); capillatus (lat.)=păros. *Varietăţi:* - nu prezintă.

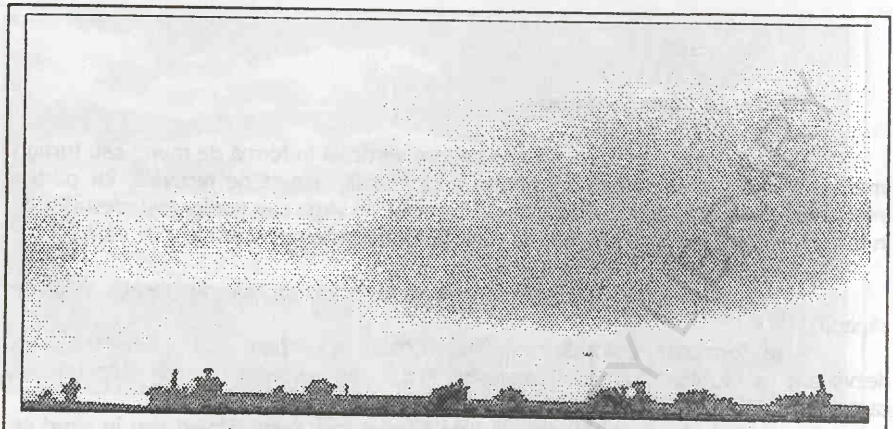


Fig. 53. Nimbostratus (sursa INMH, 1983, pl. 63).

Fig. 54. Cumulonimbus calvus (sursa: INMH, 1983, pl. 16).

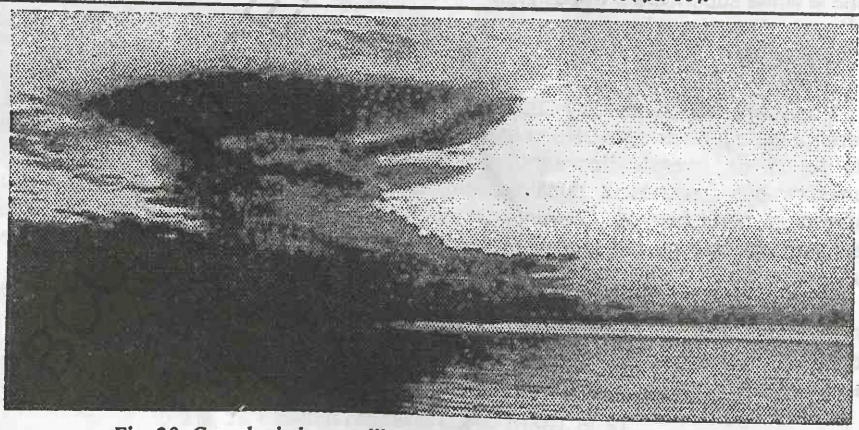


Fig. 39. Cumulonimbus capillatus incus (sursa: INMH, 1983, pl. 49).

Particularităţi suplimentare, praecipitatio, virga* (cel mai des observate), *incus* (partea superioară a norului etalată în formă de nicovală), *mamma, arcus, tuba* (rar).

Nori anexă: pileus, velum, pannus (I.N.M.H., 1986).

Din cele prezentate mai sus rezultă că fiecare nor generează un anumit tip de precipitaţii, fapt sintetizat în tabelul 7.

Tabel 7. Norii şi precipitaţiile care le generează

Hidrometeorii/Nori	As	Ns	Sc	St	Cu	Cb	Fără nori
Ploaie	+	+	+		+	+	
Burniţă				+			
Ninsoare	+	+	+	+	+	+	
Zăpada grăunţoasă				+			
Măzăriche moale			+		+	+	
Ace de gheaţă							+
Grindina						+	
Măzăriche tare						+	
Granule de gheaţă	+	+					

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p. 91.

8.3. Efectuarea observaţiilor asupra norilor

Efectuarea observaţiilor asupra nebulozităţii presupune:
- determinarea nebulozităţii totale şi inferioare;
- determinarea tipului de nori;
- determinarea înălţimii plafonului norilor;
- determinarea direcţiei şi vitezei de deplasare a norilor.

Observaţiile se efectuează vizual, în ordinea prezentată mai sus şi numai când punctul respectiv este dotat corespunzător, se fac instrumental, conform procedurii OMM (balon pilot, proiector, telemetru, ceilometru).

Observaţiile se efectuează la orele climatologice, cu câteva minute înainte de citirea instrumentelor din adăpostul meteorologic, din acelaşi punct (pentru a asigura omogenitatea determinărilor), aşa încât observatorul să vadă cât mai bine întreaga boltă cerească.

*Notă: Prin *particularităţile suplimentare* se înţeleg elementele structurale ataşate de masa unui nor care au forme de mameloane suspendate pe partea lui inferioară (*mamma*), trenele de precipitaţii (*praecipitatio*) de virga (*virga*) sau formate din nori (*incus, arcus, tuba*), iar prin *norii anexă*, acei nori de mici dimensiuni care însoţesc unele genuri sau specii (*pileus, velum, pannus*).

Nori origine sunt acei nori care se dezvoltă din alţi nori preexistenţi, caz în care avem două situaţii:

- dacă o parte a unui nor se dezvoltă şi se transformă într-un nor de alt gen alăturat sau nu norului de origine (din care s-a dezvoltat), acestuia i se va da denumirea corespunzătoare genului nou format, urmată de numele genului origine, la care se adaugă sufixul *genitus*; ex.: *Cirrus altocumulogenitus*;
- dacă tot norul sau cea mai mare parte din el suferă transformări profunde, în urma cărora norul respectiv se transformă în alt gen, noul nor va primi denumirea genului corespunzător, urmat de denumirea genului din care s-a format (norul origine), la care se adaugă sufixul *mutatus*; ex.: *Cirrus cirrostratomutatus*.

8.3.1.Determinarea nebulozităţii totale şi inferioare

Nebulozitatea totală reprezintă gradul de acoperire a cerului cu toţi norii existenţi în momentul observaţiei, iar *nebulozitatea inferioară (parţială)* se referă numai la norii ai căror bază este situată în etajul inferior, ambele exprimându-se în zecimi de cer acoperit (zecimi din bolta cerească).

Pentru determinarea nebulozităţii totale, bolta cerească se împarte imaginar în zece părţi egale (zecimi) şi apoi se apreciază câte din acestea sunt acoperite cu nori. Astfel, nebulozitatea este 0 când cerul este complet senin sau norii acoperă mai puţin de 1/10 din bolta cerească, 1 când este acoperită 1/10 din suprafaţa boltei cereşti, 2 când sunt acoperite 2/10, iar când cerul este complet acoperit sau prezintă spărturi a căror suprafaţă ocupă mai puţin de 1/10, nebulozitatea este 10.

Nebulozitatea inferioară se apreciază pentru norii care au baza situată în etajul inferior (sub 2500 m), iar valorile ei sunt mai mici sau cel mult egale (când pe bolta cerească există doar nori a căror bază este situată în etajul inferior) cu cele ale nebulozităţii totale.

La aprecierea nebulozităţii nu se ţine cont de spaţiile existente între elementele norilor (filamente, benzi), caracteristice unor genuri ca Cirrus, Cirrocumulus şi unor varietăţi de Altocumulus sau Stratocumulus (I.N.M.H., 1995).

În practica meteorologică, gradul de acoperire a cerului cu nori se apreciază conform sistemului zecimal astfel:

- între 0 - 1/10, cer senin;
- între 2/10 – 6/10, cer variabil;
- între 6/10 – 8/10; cer noros;
- între 8/10 – 9/10; cer mai mult acoperit;
- 10/10, cer total acoperit (Mohan, Ardelean, 1993).

8.3.2 Determinarea tipului de nori

Presupune determinarea genului, speciei şi varietăţii pe cale vizuală, prin confruntarea norilor existenţi pe cer cu cei prezentaţi în *Atlasul internaţional de nori*, începând cu norii care ocupă cea mai mare parte a bolţii cereşti şi continuând cu ceilalţi, în ordinea descreşterii nebulozităţii lor. Dacă în momentul observaţiei, norii se transformă dintr-un gen în altul, observatorul va lua în considerare ambele genuri.

Determinarea genului, speciei şi varietăţii se face pentru toţi norii care sunt pe cer, chiar dacă ocupă o suprafaţă foarte mică, iar când aceasta este mai mică de o zecime (nebulozitatea 0), genul norilor se apreciază făcându-se precizarea "urme de..."

La staţiile de munte nu se determină felul norilor când aceştia se află până la 5-6^0 deasupra orizontului, excepţie fac norii cu contururi clare: Cu, Cb, Ci.

Noaptea determinările asupra norilor sunt mult mai dificil de realizat şi, pentru a evita erorile, trebuie să se urmărească în permanenţă toate schimbările care se produc în evoluţia lor, încă din timpul serii. În acest sens observatorul va ţine cont de următoarele:

- aspectul morfologic (atât cât se vede), fenomenele meteorologice caracteristice anumitor genuri (hidrometeori, fotometeori, electrometeori), luminile terestre ale marilor oraşe, ale gărilor, ale fabricilor;

- dacă genul norilor nu se schimbă repede, observaţiile prealabile pot fi folosite în aprecierea nebulozităţii;

- nebulozitatea totală şi inferioară se apreciază după stelele vizibile, considerând acoperite cu nori acele părţi ale cerului în care stelele nu se văd sau se văd uşor opacizate (sunt acoperite cu nori transparenţi Ci, Cs, As.tr. etc);

- când cerul este acoperit cu nori denşi care nu permit determinarea norilor şi a nebulozităţii inferioare, se va aprecia doar nebulozitatea totală care, în acest caz, este 10;

- luminile din apropierea locului de observaţie trebuie stinse, iar ochiul observatorului să fie acomodat cu întunericul;

- dacă apar fenomene meteorologice ca: ceaţa, pâcla, viscolul, furtuna de praf etc, caracteristicile nebulozităţii nu pot fi determinate precis; în locul nebulozităţii se va determina *gradul de obturare* a cerului de către aceste fenomene, exprimat în zecimi din bolta cerească (I.N.M.H., 1995).

8.3.3. Determinarea plafonului norilor

Prin plafonul norilor se înţelege înălţimea la care se află limita lor inferioară (baza) faţă de nivelul staţiei.

Determinarea plafonului norilor se face numai pentru norii inferiori şi mijlocii dacă ei se află la altitudini ≤ 2500 m faţă de nivelul staţiei, respectiv, se va determina plafonul celor mai joşi nori cu o precizie de 50 m pe cale vizuală sau instrumentală. *Determinarea vizuală* este cea mai utilizată dar şi cea mai puţin precisă metodă, ea putând da rezultate satisfăcătoare doar atunci când există condiţii favorabile şi observatorul are suficientă practică, formată prin comparaţie cu determinările făcute pe cale instrumentală.

GENUL	ÎNĂLŢIMEA (km)
Ci	7-10
Cc	6-8
Cs	6-8
Ac cu ond mari	2-3
Ac cu ond mici	4-5
As translucizi	4-5
As opaci	2,5-3
Ns	0,3-1,5
Sc	0,6-1,5
St	0,1-0,7
Cu	0,8-2
Cb	0,4-1

Tabelul 8. Înălţimile medii ale bazei norilor (sursa: S. Ciulache. Meteorologie-manual practic, 1973, p.304)

Determinarea vizuală constă în fixarea unor repere în teren (turnuri, clădiri înalte, antene etc), alegerea unui sector din bolta cerească situat la 45^0 deasupra orizontului şi urmărirea unui punct caracteristic al norului (protuberanţă, spărtură, pată etc.) a cărui înălţime se apreciază faţă de reperele stabilite. Dacă nu sunt repere sau dacă norii sunt compacţi, uniformi, fără nuanţe, determinarea înălţimii se bazează numai pe experienţa observatorului care trebuie să cunoască altitudinea medie a tuturor genurilor (tabelul 8) (I.N.M.H., 1995).

Determinarea înălţimii norilor cu balonul pilot constă în lansarea unui balon pilot umplut cu hidrogen şi în urmărirea lui cu teodolitul sau cu ochiul liber până în momentul în care începe să intre în nori (capătă o culoare ştearsă, se opacizează). Cunoscându-se timpul scurs între momentul lansării şi cel al opacizării, precum şi

viteza ascensională constantă a balonului pilot (calculată după volumul de hidrogen cu care a fost umplut), se află înălţimea bazei norilor cu ajutorul relaţiei:

$$H=v*t, \text{ unde:}$$

H – înălţimea bazei norilor;
v – viteza ascensională a balonului pilot;
t – timpul, în minute, scurs între lansarea şi opacizarea balonului pilot;

Exemplu: v = 124 m/minut;
t = 5' 15" $\Rightarrow$ H = 651 m.

Această metodă se aplică numai când nebulozitatea este mai mare de 5 zecimi şi vântul nu bate înspre direcţia unde se găsesc norii respectivi.

Determinarea înălţimii norilor cu proiectorul se realizează la staţiile meteorologice de pe aeroporturi şi se utilizează numai pe timp de noapte atunci când norii sunt situaţi deasupra proiectorului.

Metoda constă în proiectarea pe verticală a unui fascicol de lumină emis de un proiector special care formează pe baza norului situat deasupra lui o pată luminoasă (fig. 56). Observatorul, aflat la o anumită distanţă (l) de proiector, cu ajutorul unui teodolit, măsoară unghiul vertical (α) sub care se vede pata luminoasă. Cunoscându-se distanţa şi unghiul, înălţimea norului va fi:

$$H=l*tg\alpha$$

Exemplu: l = 400 m, $\alpha = 10^0$; H = 400 . tg 10^0 = 400 . 0,1763 = 70 m.

În practica meteorologică se utilizează tabele în care sunt calculate valorile înălţimii funcţie de distanţa (l) şi unghiul vertical (α).

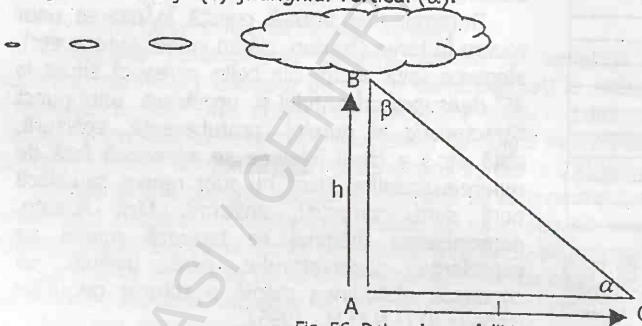


Fig. 56. Determinarea înălţimii norilor cu proiectorul

Determinarea înălţimii norilor cu ceilometrul se face pentru norii cu înălţimea între 30 şi 3000 m, aparatul funcţionând pe principiul măsurării timpului (t) în care un impuls luminos produs de un dipozitiv emiţător ajunge până la baza norului şi se întoarce la un dispozitiv receptor.

Înălţimea norului (h) va fi dată de relaţia:

$$h=\frac{v*t}{2},$$ unde:

v = viteza luminii;

t = timpul în secunde în care impulsul luminos străbate distanţa emiţător – baza norului – receptor.

Un ceilometru cuprinde următoarele părţi componente: emiţătorul, receptorul şi indicatorul (fig.57).

Emiţătorul este alcătuit dintr-o lampă cu electrozii de wolfram, instalată în focarul unei oglinzi parabolice cu axul vertical şi distanţa focală de 350 mm. Razele de lumină produse de lampă sunt reflectate de oglindă sub forma unui fascicol paralel, modulat de un dispozitiv special care îi imprimă frecvenţa de 20 Hz, şi care formează pe baza norului o pată luminoasă.

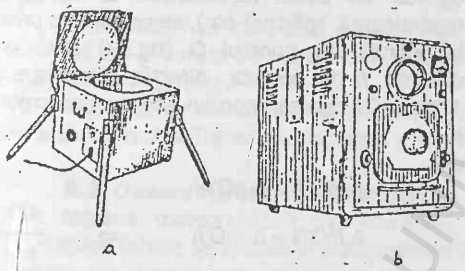


Fig.57. Părţile componente ale ceilometrului: a. Emiţătorul;b. Indicatorul (sursa: Elena Erhan, *Meteorologie şi climatologie practică*, 1999, p. 102)

Receptorul este compus dintr-o oglindă parabolică în focarul căreia există o celulă fotoelectrică. Oglinda dirijează impulsul luminos reflectat de nor către celula fotoelectrică, care îl transformă în impuls electric amplificat de un fotoamplificator cuplat cu celula fotoelectrică.

Indicatorul se compune dintr-un oscilograf catodic, un amplificator, un generator de baleiaj, un indicator, un generator de înaltă tensiune şi o sursă de alimentare cu energie electrică.

Efectuarea observaţiilor presupune reglarea instalaţiei şi cuplarea la cablurile de legătură între cele trei blocuri (emiţătorul şi receptorul trebuie aşezate pe o suprafaţă plană, la distanţă de 10 m unul de celălalt, pentru a nu se influenţa reciproc, iar indicatorul se va instala într-un adăpost situat la 12 m între receptor şi emiţător, astfel încât cele trei ansambluri să formeze un triunghi). În continuare, se captează semnalului luminos pe axul vertical al ecranului oscilografului şi se citeşte pe scală înălţimea plafonului. Semnalul luminos apare sub forma unei sinusoide simple, când există un singur strat de nori, sau duble atunci când există două straturi noroase.

Scala are gradaţii minime de 20 mm, fapt ce permite citirea înălţimii norului cu o aproximaţie de ±5 mm, iar timpul afectat pregătirii aparatului (încălzirea lui) este de 3 minute, citirea durând 3-5 secunde, maxim 10 secunde (Ciulache, 1973).

8.3.4. Determinarea direcţiei şi vitezei de deplasare a norilor

Se realizează cu ajutorul *oglinzii nefoscopice Sprung* (fig. 58) care are un diametru de 8,5 cm şi două feţe: una de culoare alb-argintie, utilizată când insolaţia

este redusă, iar cealaltă de culoare neagră, folosită când insolaţia este puternică şi norii sunt dispersaţi.

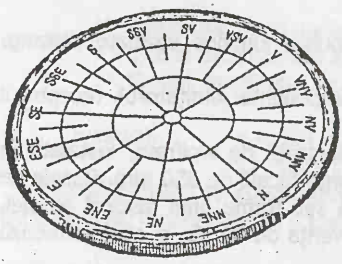


Fig.58. Oglinda nefoscopică Sprung (sursa: I. Fărcaş, *Măsurători şi calcule de meteorologie*, 1987,p.93)

Pe ambele feţe sunt gravate două cercuri concentrice, unul cu diametrul de 8,5 cm, iar celălalt cu diametrul de 4,5 cm, precum şi direcţiile cardinale şi intercardinale.

Efectuarea observaţiilor constă în aşezarea oglinzii în poziţie orizontală (pe un trepied sau o planşetă), pe direcţia N-S, aşa încât punctele cardinale şi intercardinale înscrise pe ea să fie orientate invers faţă de cele reale (imaginea din oglindă este răsturnată). Se prinde apoi în oglindă un punct caracteristic al norului (o proeminenţă, spărtură etc), se urmăreşte privind în oglindă din punctul O (fig.59) aflat la o distanţă *h* de aceasta, direcţia către care se deplasează şi se cronometrează timpul *(t)* necesar norului pentru parcurgerea distanţei dintre cele două cercuri *(s)*.

Din figura 59 rezultă următoarele:

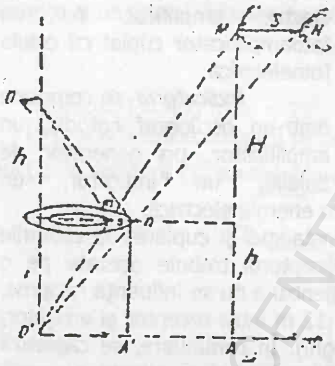


Fig.59. Schema urmăririi norului în oglinda nefoscopică Sprung (sursa: S. Ciulache, Meteorologie-manual practic, 1973,p. 316).

$$\Delta MO'A \approx \Delta nO'A'$$

$$\Delta MO'N \approx \Delta mO'n \quad \Rightarrow \quad \frac{MN}{mn} = \frac{MO'}{mO'} \text{ şi } \frac{MA}{nA'} = \frac{MO'}{mO'} \quad \Rightarrow \quad \frac{MN}{mn} = \frac{MA}{nA'}, \text{ dar}$$

MN=S, mn=s, MA=H+h şi nA'=h, obţinem:

$$\frac{S}{s} = \frac{H+h}{h}$$

Spaţiul S parcurs de nor este dat de relaţia S=v*t, iar valoarea lui h este neglijiană, egalitatea devine:

$$\frac{v*t}{s} = \frac{H}{h}, \text{ de unde:}$$

$$v = \frac{s*H}{t*h}, \text{ în care:}$$

v = viteza de deplasare a norului

s = distanţa de 2 cm dintre cele două cercuri concentrice gravate pe oglindă

H = înălţimea bazei norului

t = timpul în secunde necesar parcurgerii de către imaginea norului a distanţei de 2 cm dintre cercurile concentrice ale oglinzii

h = distanţa dintre ochiul observatorului şi suprafaţa oglinzii (25-30 cm) (Ciulache, 1973).

9. OBSERVAŢII ŞI MĂSURĂTORI ASUPRA PRECIPITAŢIILOR ATMOSFERICE

9.1 Generalităţi

Prin precipitaţii atmosferice se înţeleg toate produsele de condensare şi cristalizare a vaporilor de apă sub formă lichidă, solidă sau mixtă care cad din nori şi ating suprafaţa terestră.

Observaţiile asupra precipitaţiilor atmosferice presupun determinarea:

- *felului* lor (ploaie, zăpadă, lapoviţă etc.); se face vizual, iar notarea lor în registrul de observaţii se face prin semne convenţionale;
- *cantităţii de apă rezultată* care se măsoară cu pluviometrul, se înregistrează cu pluviograful şi se exprimă în mm grosime strat de apă/ m^2 de suprafaţă orizontală, considerând că apa rezultată din precipitaţii nu se scurge, nu se înfiltrează şi nu se evaporă;
- *intensităţii* lor care este dată de raportul dintre cantitatea de apă rezultată din măsurători şi durata de manifestare a fenomenului, înscripţionate pe pluviogramă; se măsoară în mm/min;
- *duratei de manifestare* determinată prin cronometrare în cazul măsurătorilor directe sau prin descifrarea pluviogramei şi se exprimă în ore şi zecimi de oră.

9.2. Observaţii şi măsurători asupra precipitaţiilor lichide

În reţeaua meteorologică din România, pentru determinările directe asupra precipitaţiilor lichide se utilizează pluviometrele IMC (Institutul Meteorologic Central) şi Tretiakov, iar pentru înregistrare, pluviograful Hellman şi pluviograful de tip URSS. Experimental au fost puse în funcţiune aparate de construcţie specială cum sunt: pluviograful cu cupe basculante, pluviometrul totalizator cu contor, pluviometrul cu transmitere la distanţă (prin telefon), pluvionivograful.

Pluviometrul IMC

Este construit după modelul pluviometrului Hellman, respectiv, se compune dintr-un vas cilindric (1) confecţionat din tablă de zinc (fig. 60) şi are următoarele părţi componente:

Receptorul (2) – constituie jumătatea superioară a pluviometrului în care cad precipitaţiile, are o suprafaţă de 200 cm^2, iar gura sa se termină cu un inel de alamă (3) având marginea de sus ascuţită pentru a delimita clar suprafaţa receptorului de mediul înconjurător, astfel încât orice picătură căzută în limitele suprafeţei sale va ajunge în receptor. La partea inferioară receptorul se termină cu o pâlnie (4) sudată pe pereţii cilindrului, a cărei gură de vărsare duce în colector (5).

Colectorul (5) este un vas cilindric din zinc, având o capacitate de 2,5 litri, cu gât şi toartă, aflat în jumătatea inferioară a cilindrului pluviometric, unde este susţinut de o lamă metalică sau zăvor care poate fi închis cu lacăt.

Dispozitivul pentru zăpadă (9) cuprinde două plăci de zinc sudate în cruce, ale căror dimensiuni corespund cu cele ale pluviometrului. Se introduce iarna în receptor

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI

pentru a împiedica spulberarea zăpezii (vara este contraindicat deoarece se încălzeşte şi determină evaporarea apei acumulate).

Eprubeta pluviometrică (10) este un vas cilindric de sticlă folosit pentru determinarea cantităţii de apă adunate în colector. În acest scop, pe suprafaţa sa sunt gravate 100 de diviziuni a câte 2 cm^3 fiecare, deci este raportată la suprafaţa receptoare a pluviometrului, fapt evidenţiat de relaţia:

$$S * x = s * h,$$ unde:

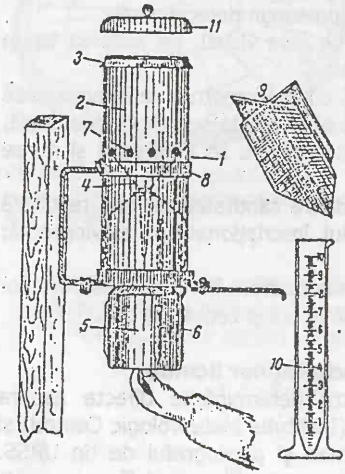


Fig.60. Pluviometrul IMC (sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p. 137).

S – suprafaţa receptorului

s – secţiunea eprubetei

x – înălţimea stratului de apă din precipitaţii

h – înălţimea coloanei de apă măsurată cu eprubeta.

Din relaţia de mai sus rezultă înălţimea stratului de apă x: $x = \frac{s * h}{S}$

Orificiile laterale (7) au rolul de a reduce evaporaţia apei din colector ca urmare a încălzirii excesive a pluviometrului în zilele fierbinţi de vară.

Cercurile de întărire (8) sunt fixate la exterior şi sunt prevăzute cu câte un locaş pentru fixarea aparatului pe suport.

Capacul (11) confecţionat din tablă de zinc, acoperă receptorul atunci când colectorul se scoate în vederea măsurării cantităţii de apă acumulate în intervalul dintre cele două observaţii (Belozerov, Fărcaş, 1971).

Instalarea pluviometrului

Pluviometrul se instalează, ţinându-se cont de locul stabilit în planul schematic al platformei meteorologice, pe un stâlp în poziţie perfect verticală, astfel încât gura receptorului să fe situată la înălţimea de 1,5 m faţă de sol.

Pe acelaşi stâlp înfipt în sol cel puţin 60 cm, se instalează două pluviometre (unul de serviciu, descoperit şi altul de rezervă, acoperit cu capacul care se utilizează numai când precipitaţiile continuă să cadă în timp ce se fac măsurătorile la pluviometrul de serviciu) pe partea estică şi respectiv pe partea vestică a stâlpului cu ajutorul unor lame de susţinere fixate pe stâlp cu şuruburi.

Dacă stâlpul este de lemn, se va folosi o esenţă tare, iar pentru conservare, capătul superior va avea formă piramidală (asigură scurgerea apei), iar cel inferior, din sol gudronat sau ars la suprafaţă (îi măreşte rezistenţa la putrezire), porţiunea de la suprafaţa solului urmând a fi vopsită în alb de zinc ca cilindrul.

Îngrijirea pluviometrului presupune următoarele:

- spălarea lunară a colectorului cu apă fierbinte pentru înlăturarea impurităţilor depuse pe fund;

- verificarea etanşeităţii colectorului: se umple cu apă, se şterge la exterior pentru a fi perfect uscat şi se aşază pe o bucată de hârtie timp de 2-3 ore; dacă la ridicare hârtia este umectată înseamnă că vasul este fisurat şi trebuie lipit cu zinc, faptul urmând a fi consemnat în registrul de observaţii meteorologice la rubrica "Observaţii" unde se notează data şi ora constatării şi reparării lui;

- iarna se va degaja la timp zăpada din jurul pluviometrelor pentru a preveni formarea troienelor.

Efectuarea măsurătorilor cu pluviometrul

Observaţiile se efectuează zilnic, la termenele climatologice şi ori de câte ori situaţia o impune. În cazul precipitaţiilor lichide se procedează astfel:

-se scoate capacul de la pluviometrul de rezervă şi se instalează pe vasul de serviciu;

- se scoate colectorul din pluviometrul de serviciu cu atenţie pentru a nu vărsa apa;

- se toarnă apa în eprubeta pluviometrică în aşa fel, încât să nu se piardă nici o picătură.

În cazul precipitaţiilor solide, se va instala crucea de zăpadă în ambele pluviometre, efectuarea observaţiilor desfăşurându-se ca şi în cazul precedent cu deosebirea că vasul colector trebuie dus într-o încăpere încălzită unde se lasă să se topească precipitaţiile solide colectate.

Cantitatea de apă se determină aşezând eprubeta pe o suprafaţă perfect orizontală după care se citeşte (în mm şi zecimi de mm) nivelul până la care s-a ridicat apa în ea, ochiul observatorului trebuind să se situeze exact la nivelul apei din eprubetă (fig. 61).

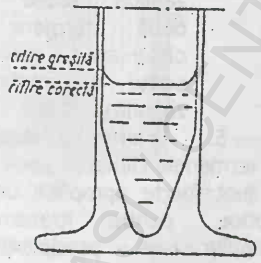


Fig. 61. Citirea nivelului apei pe eprubeta pluviometrică (sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p.74)

Exemplu: dacă apa din eprubetă ajunge până la linia AB (fig. 62) care coincide cu diviziunea a 6-a înseamnă că în eprubetă există 0,6 mm; dacă se situează în dreptul liniei CD sau EF, ea corespunde la 2,0 mm respectiv 8,4 mm.

Când cantitatea de precipitaţii adunată depăşeşte 10 mm, eprubeta se umple de mai multe ori până la nivelul de 10 mm, măsurându-se apoi şi cantitatea de apă rămasă, valoarea totală fiind dată de suma cantităţilor de precipitaţii măsurate succesiv.

Exemplu: eprubeta a fost umplută de 3 ori până la 10 mm şi ultima oară până la 6,2 mm, cantitatea totală de apă va fi: 10,0 mm +10,0 mm +10,0 mm + 6.2 mm = 36,2 mm.

Pentru ca măsurătorile să fie corecte, observatorul este obligat să respecte întotdeauna următoarele indicaţii:

1. să verifice starea de curăţenie a receptorului şi a colectorului pluviometrului şi să le cureţe dacă este cazul;
2. să verifice etanşeitatea vasului colector, iar dacă acesta este fisurat să-l repare;
3. să verifice orizontalitatea suprafeţei receptoare a vaselor pluviometrului şi dacă se constată înclinări să le aşeze în poziţie orizontală;
4. să efectueze măsurători suplimentare atât în cazul averselor de ploaie (se produc în zilele cu temperaturi deosebit de ridicate, pentru evitarea pierderilor de apă prin evaporare), cât şi în cazul averselor de zăpadă (când între două termene de observaţii, receptorul poate fi umplut de zăpadă);
5. iarna la staţiile la care termenele climatologice coincid sau sunt foarte apropiate de cele sinoptice, pentru transmiterea cantităţilor de precipitaţii în telegramele sinoptice se va cântări vasul scos cu capac cu tot. Din greutatea respectivă se va scădea greutatea vasului (cu capac şi cu colector), diferenţa obţinută reprezentând greutatea precipitaţiilor (în grame) care împărţită la 20 reprezintă cantitatea exprimată în mm. După măsurarea greutăţii, vasul cu precipitaţiile solide se lasă în cameră pentru topire, în vederea măsurării cu eprubeta pluviometrică (I.N.M.H., 1995).

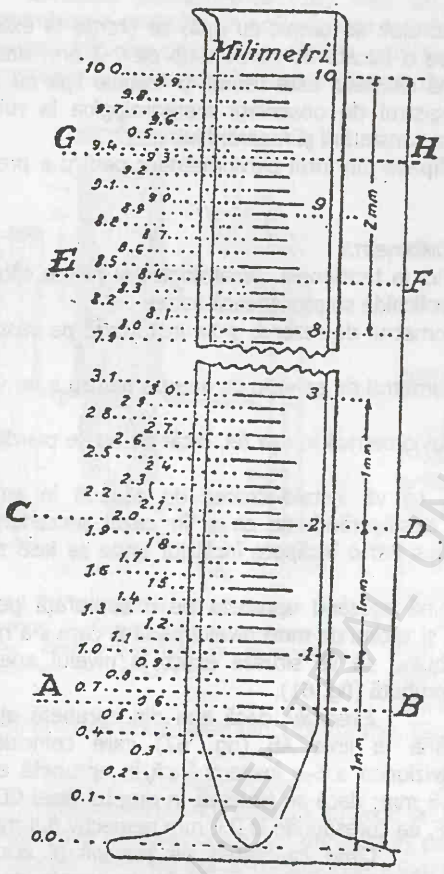


Fig. 62. Citirea diviziunilor pe eprubeta pluviometrică (sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p. 74).

Pluviograful

Pluviograful este aparatul de bază folosit în staţiile meteorologice pentru înregistrarea continuă a cantităţii de apă rezultată din precipitaţii.

Înregistrând cantităţile de precipitaţii acesta permite aflarea cantităţii de apă căzută într-un anumit interval de timp, a cantităţii căzute la un moment dat, dar şi a intensităţii ploii între două momente caracteristice.

Principiul de funcţionare este acelaşi ca la pluviometru, de care se deosebeşte doar prin introducerea unor elemente care să permită înregistrarea.

În general în reţeaua meteorologică din România se utilizează pluviograful cu sifon (URSS) (fig. 63) (mai rar se găsesc pluviografe de tip R. Fuess, Junkalor, cu cupe basculante) alcătuit din:

- *Carcasă metalică cilindrică* (1) aflată în prelungirea vasului receptor, în interiorul căreia se află: colectorul (vasul cu plutitor), mecanismul de înregistrare şi vasul de control, iar lateral prezintă o uşiţă care permite efectuarea operaţiilor curente (schimbarea diagramei, întoarcerea ceasornicului, reglarea etc).

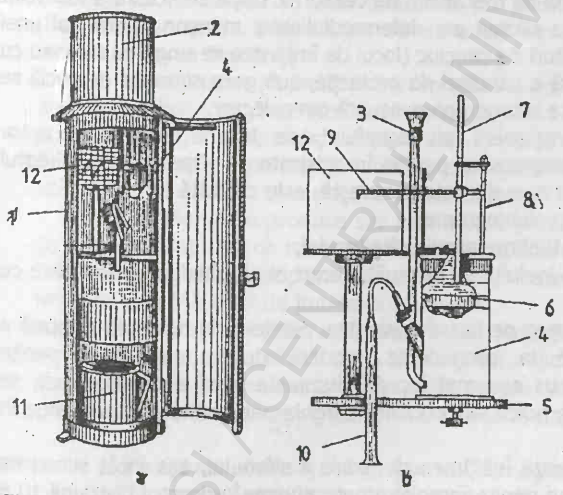


Fig. 63. Pluviograful cu sifon: a. Vedere de ansamblu; b. Secţiune interioară prin dispozitivul colector (sursa: I. Fărcaş, *Măsurători şi calcule de meteorologie*, 1987, p. 100)

-*Receptor* (2) – are o suprafaţă de 500 cm^2 terminată la partea inferioară în formă de pâlnie a cărei gură de vărsare duce în tubul colectorului (3).

-*Colectorul* (4) este un vas cilindric fixat cu un şurub pe o placă metalică de susţinere (5), închis cu un capac demontabil, în interior având un plutitor (6) care se mişcă o dată cu schimbarea nivelului apei. De plutitor este fixată o tijă (7), menţinută în poziţie verticală de un suport (8), tijă pe care este fixat braţul cu peniţa înregistratoare (9). Lateral, în partea inferioară, colectorul are două tuburi: tubul colectorului (3) prin care se scurge apa din receptor şi tubul de evacuare a apei din colector (sifonul) (10). Evacuarea apei de face pe principiul sifonării, respectiv, apa acumulată în colector ridică plutitorul şi, o dată cu el, şi pârghia peniţei

înregistratoare care înscrie pe pluviogramă o linie oblică a cărei înclinare depinde de intensitatea precipitaţiilor; când peniţa ajunge la partea superioară a diagramei (gradaţia de 10 mm), moment ce corespunde cu ridicarea nivelului apei din colector până la îndoitura sifonului, apa este evacuată automat prin sifonare (în 20 de secunde), iar peniţa cade vertical la gradaţia zero. Apa evacuată din colector se scurge într-un vas de control (11) şi se măsoară apoi cu eprubeta pluviometrică, rezultatul folosindu-se pentru verificarea datelor citite pe pluviogramă.

Mecanismul de înregistrare (12) seamănă cu al celorlalte aparate înregistratoare descrise anterior. Pluviograma este o bandă de hârtie dreptunghiulară care pe verticală indică prin linii cantităţile de apă de la 0 la 10 mm, iar pe orizontală, tot prin linii, indică timpul în ore şi minute.

Instalarea pluviografului

Pluviograful se instalează în mijlocul platformei meteorologice, conform planului schematic, pe un suport din metal sau beton, aşa încât marginea receptorului să fie la înălţimea de 1,5 m faţă de nivelul solului şi perfect orizontală, iar marginile carcasei de protecţie ancorate din trei părţi cu cabluri rezistente, pentru a suporta influenţa vânturilor puternice. După fixarea carcasei, se montează piesele componente: se fixează diagrama pe tamburul cu mecanism de ceasornic după ce acesta a fost fixat pe axul său, apoi colectorul cu sifonul prin intermediul unui manşon opritor, al unei piuliţe de fixare şi al unei garnituri de cauciuc (locul de îmbinare se unge cu ulei sau cu vaselină) iar la partea inferioară a carcasei de protecţie, sub gura sifonului de sticlă se aşază vasul de control în care se scurge apa evacuată din colector.

Pentru verificarea funcţionării pluviografului, se toarnă apă în receptor urmărindu-se deplasarea pe diagramă a peniţei înregistratoare. Oprirea ei în dreptul unei diviziuni, chiar dacă nivelul apei din colector creşte, este cauzată de:

- frecarea prea mare cu pluviograma;
- lipsa mişcării libere a tijei metalice a plutitorului;
- frecarea prea mare a inelului de la capătul scurt al pârghiei înregistratoare cu suportul tijei (8).

Se reglează apoi înălţimea de fixare a pârghiei peniţei prin turnarea treptată a unei cantităţi de apă până la producerea sifonării după care, dacă peniţa înregistratoare s-a oprit mai sus sau mai jos de diviziunea zero a pluviogramei, se slăbeşte şurubul de fixare şi se ridică sau coboară pârghia până când peniţa ajunge în dreptul diviziunii 0.

În continuare, se reglează înălţimea de fixare a sifonului, aşa încât sifonarea să se producă exact atunci când peniţa înregistratoare ajunge în dreptul diviziunii 10 a pluviogramei. Pentru aceasta se toarnă în pluviometru două eprubete şi jumătate de apă; dacă evacuarea apei din colector începe sub diviziunea de 10 mm a pluviogramei, înseamnă că tubul de sifonare trebuie ridicat, deoarece curbura sa se află la un nivel mai coborât decât cel normal, iar dacă evacuarea începe sub diviziunea de 10 mm se va proceda invers. Funcţionarea sifonului este normală atunci când prima eprubetă turnată în receptor face ca peniţa să se ridice până în dreptul diviziunii de 4 mm a

pluviogramei, a doua până la diviziunea de 8 mm, iar jumătatea până la diviziunea de 10 mm.

După reglare, sifonul se fixează în poziţia corectă cu ajutorul unui manşon metalic şi al piuliţei de fixare, pentru a evita repetarea reglării atunci când este scos pentru spălare.

De asemenea, trebuie verificat dacă plutitorul metalic din interiorul recipientului în care se acumulează apa, se mişcă pe verticală fără frecări, sens în care se toarnă cu eprubeta 5-6 mm de apă în receptor, urmărindu-se dacă peniţa urcă lin, fără opriri, linia înscrisă de ea trebuind să fie paralelă cu liniile verticale ce reprezintă timpul. În caz contrar, înseamnă că pârghia fie nu este perfect orizontală, fie recipientul cu plutitor sau axul tamburului cu mecanism de ceasornic şi-a pierdut verticalitatea.

Pentru a funcţiona normal pluviograful trebuie întreţinut în condiţii optime, respectiv toate părţile sale componente să fie mereu curate (colectorul cu sifonul se demontează şi se spală separat) în rest se vor respecta celelalte reguli comune aparatelor înregistratoare.

La un pluviograf apar, mai frecvent, următoarele defecţiuni:

- fisurarea plutitorului metalic gol şi pătrunderea apei în interiorul lui, remedierea realizându-se prin cositorire (în prealabil se va practica un orificiu în plutitor cu un ac sau burghiu, pentru a preveni explozia lui ca urmare a dilatării aerului încălzit la lipirea fisurilor);
- sifonarea se produce într-un interval mai mare de 20 secunde datorită înfundării tubului sau încovoierii lui incorecte;
- scurgerea apei din recipient sub forma unei şuviţe subţiri datorită unor pete de grăsime depuse pe pereţii interiori ai tubului de sifonare, caz în care tubul va fi spălat cu apă caldă în care s-a dizolvat detergent;
- sifonarea se produce sub forma unei şuviţe de apă întreruptă de bule de aer ca urmare a faptului că tubul metalic de la capătul sifonului nu mai pătrunde etanş în tubul de scurgere al recipientului cu plutitor. În acest caz se va înlocui garnitura şi se unge cu vaselină locul de îmbinare a tuburilor.

Pluviograful se utilizează numai în perioada din an cu temperaturi pozitive. Când temperaturile minime zilnice scad şi ating 0^0C, se demontează şi se depozitează în staţie, după ce, în prealabil a fost pregătit pentru conservare (se desface colectorul, se evacuează apa iar piesele se şterg, se usucă şi se ung cu vaselină) (Ciulache, 1973).

Efectuarea observaţiilor cu ajutorul pluviografului

Efectuarea observaţiilor presupune parcurgerea a două etape: fixarea, schimbarea şi marcarea pluviogramelor şi descifrarea pluviogramelor.

Fixarea, schimbarea şi marcarea pluviogramelor

Fixarea pluviogramei trebuie făcută în aşa fel, încât înregistrarea să îndeplinească următoarele condiţii:

- să înceapă de la linia "0" a diagramei;
- să înceapă de la linia corespunzătoare orei 18, când s-a schimbat diagrama;

- la termenele climatologice (0, 6, 12, 18) să fie făcute marcajele de timp pe diagrame, imediat după observaţia pluviometrică, excepţie face cazul în care la termenul respectiv plouă;

- curba de înregistrare să fie subţire şi de egală grosime pe tot timpul înregistrării;

- dacă nu plouă, înregistrarea trebuie să apară sub forma unei linii perfect orizontale;

- în timpul ploii, înregistrarea se prezintă sub forma unei curbe ascendente, cu înclinări variabile în funcţie de intensitatea ploii;

- la sifonare, înregistrarea corectă trebuie să aibă aspectul unei linii verticale;

- golirea apei din colector să înceapă atunci când curba de înregistrare a atins linia orizontală care marchează valoarea de "10" mm şi să se sfârşească la linia orizontală care indică valoarea de "0" mm;

- cantitatea de precipitaţii înregistrată de pluviogramă să concorde cu cantitatea de apă măsurată din vasul de control.

Când pluviograful funcţionează defectuos, înregistrarea este necorespunzătoare şi se prezintă astfel:

- în trepte, datorită frecării prea mari a peniţei pe pluviogramă;

- oscilantă de-a lungul liniei orizontale, datorită slabei fixări a carcasei aparatului în şuruburile de fixare şi în cabluri;

- întreruptă, din cauza opririi mecanismului de ceasornic sau a lipsei cernelii din peniţă;

- orizontală îm partea superioară a pluviogramei în timpul ploii, datorită înfundării sifonului;

- ondulată în timpul ploii sau descendentă după încetarea acesteia, ca urmare a pierderii apei din cilindrul colector sau pe la locul de îmbinare a sifonului cu tubul lateral al cilindrului;

- în timpul ploii, înregistrarea este orizontală în partea de jos a pluviogramei, din cauza murdăririi părţii inferioare a cilindrului cu plutitor.

Diagrama pluviografului trebuie schimbată zilnic la ora 18, indiferent dacă a plouat sau nu.

Pentru controlul precipitaţiilor înregistrate pe diagramă, de fiecare dată când se schimbă pluviograma, se face golirea artificială prin adăugarea apei cu o eprubetă, turnând încet, o dată cu începerea golirii se opreşte şi turnarea apei.

Cunoscând cantitatea iniţială din eprubetă, precum şi cantitatea de apă rămasă în eprubetă, se află cantitatea de apă adăugată în pluviograf pentru efectuarea golirii artificiale, rezultatele măsurătorilor notându-se pe partea din spate a pluviogramei.

Dacă la ora schimbării pluviogramei plouă intens, aceasta va fi lăsată în continuare pe tambur, cu condiţia ca peniţa să fie trecută peste lamela de susţinere a pluviogramei şi se va schimba abia după încetarea ploii.

Dacă ploaia durează mai multe zile la rând, schimbarea pluviogramei se va face la ora la care ploaia este mai puţin intensă, fără a se efectua golirea artificială.

În cazul în care cade grindină, măzăriche sau lapoviţă, pe pluviogramă se va nota intensitatea, ora de începere a acestor fenomene fără a mai descifra şi curba care reprezintă respectiva precipitaţie.

Pluviogramele se completează zilnic astfel: pe partea din faţă se notează data şi ora la care s-a pus şi s-a scos pluviograma, denumirea staţiei, iar pe cea din spate, numele observatorului care a pus şi schimbat pluviograma, cantitatea de precipitaţii măsurată la pluviometru, cantitatea totală de apă din precipitaţii adunată în vasul de control (fără apa adăugată pentru sifonarea artificială), cantitatea de precipitaţii rezultată din descifrarea pluviogramei, cantitatea totală de apă din vasul de control (măsurată după sifonarea artificială), alte observaţii privitoare la funcţionarea aparatului sau la tipul precipitaţiilor căzute (I.N.M.H., 1995).

Descifrarea pluviogramelor

Descifrarea pluviogramelor constă în următoarele operaţii:

- aplicarea corecţiei de timp după modelul termogramei;
- calcularea cantităţilor de precipitaţii căzute în intervalele orare, cu determinarea duratei de timp corespunzătoare;
- stabilirea pe pluviogramă a intervalelor caracteristice, intervale despărţite prin punctele de inflexiune în care curba prezintă modificări vizibile de înclinare;
- calcularea cantităţilor căzute de la începutul ploii până la sfârşitul fiecărui interval caracteristic;
- determinarea timpului (în ore şi minute) când s-au produs punctele de inflexiune ce despart intervalele caracteristice.

Calcularea cantităţii de precipitaţii căzute în intervalele orare şi determinarea duratei de timp

Cantitatea de apă căzută într-un interval de o oră este dată de diferenţa dintre cantităţile de la sfârşitul şi începutul segmentului de curbă cuprins în intervalul orar pentru care se calculează.

Durata căderii precipitaţiilor în decurs de o oră se calculează scăzând din cele 60 de minute toate intervalele de întrerupere, apreciate în minute (intervalul de întrerupere este dat de segmentul de dreaptă orizontal), datele respective înscriindu-se în partea de sus a diagramei sub formă de fracţie.

Stabilirea intervalelor caracteristice constă în:

- *găsirea punctelor caracteristice*: momentul (ora şi minutul) de început şi de sfârşit al ploii, de început şi sfârşit ale întreruperilor şi de început al sifonării. Începutul ploii se consideră punctul în care linia orizontală de înregistrare începe să urce iar sfârşitul ploii este dat de punctul în care linia înclinată devine orizontală. Momentul de început şi sfârşit al ploii se alege numai dacă durata întreruperii este mai mică sau egală cu 60 de minute, în caz contrar se consideră că a început o altă ploaie;
- *alegerea punctelor de flexiune* care se marchează cu un creion negru, prin liniuţe perpendiculare pe curba înregistrată. Ele împart înregistrarea în segmente cu intensităţi diferite ale ploii, iar gradul de înclinare a lor (segmentelor) indică intensitatea ploii, respectiv cantitatea de apă căzută într-un minut (se determină cu o precizie de 0,01 mm/minut). Linia de înregistrare paralelă cu liniile orizontale de pe pluviogramă indică încetarea sau întreruperea ploii.

- *stabilirea concretă a intervalelor caracteristice* se va face cu un echer de plastic transparent, având lungimea unei catete egală cu distanţa cuprinsă între liniile de 0 şi 10 mm de pe diagramă, iar a celeilalte egală cu 250 de minute măsurate pe diagramă (fig. 64), se vor stabili segmentele de înregistrare a precipitaţiilor corespunzătoare unor intensităţi mai mari de 0,04 mm/minut. Pentru aceasta se procedează astfel:

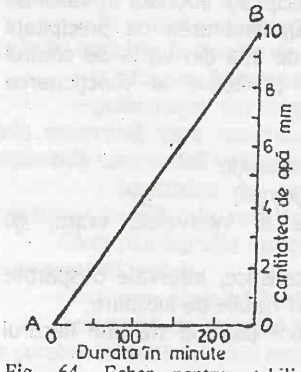


Fig. 64. Echer pentru stabilirea intervalelor caracteristice (sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p. 78)

- în partea de jos a diagramei, pe linia care marchează "0" mm se aşază o riglă, iar în partea de sus echerul, astfel încât cateta AO a echerului să coincidă cu muchia riglei;

- se mişcă echerul de-a lungul riglei până la suprapunerea ipotenuzei cu primul dintre punctele de flexiune. Dacă primul segment astfel analizat se situează sub sau chiar pe ipotenuză, el nu va fi luat în considerare, deasupra lui notându-se "x", după care echerul se mută la cel de-al doilea punct de flexiune, analizându-se similar al doilea segment. Operaţia se repetă pentru toate punctele de flexiune, analizându-se toate segmentele de curbe, iar dacă două sau mai multe segmente succesive sunt notate cu "x" ele vor fi grupate într-un singur interval caracteristic.

Determinarea cantităţii de precipitaţii înregistrate de la începutul ploii până la sfârşitul fiecărui interval precum şi *momentul corespunzător (ora şi minutul) fiecărui punct de inflexiune rămas în calcul*, adică momentul sfârşitului fiecărui interval caracteristic presupun:

① înscrierea valorilor citite sub formă de fracţii, respectiv la numărător cantitatea de precipitaţii, iar la numitor ora şi minutul corespunzător fiecărui interval caracteristic;

② citirea şi înscrierea acestor valori pe diagramă se face în ordinea succesiunii intervalelor, notându-se în prealabil şi data la care s-a produs ploaia;

③ dacă într-un interval mai mic sau egal cu o oră, ploaia a căzut cu întreruperi (pe pluviogramă sunt înregistrate şi linii orizontale), numărul fracţiilor care exprimă cantitatea de precipitaţii din momentul începutului şi sfârşitului întreruperii trebuie să fie acelaşi; o astfel de ploaie se consideră ca una singură;

④ dacă la aceeaşi dată s-au înregistrat mai multe ploi, pe lângă dată se va înscrie şi numărul de ordine al ploii;

⑤ dacă o înregistrare începe înaintea orei 24 şi continuă şi după această oră, se vor nota ambele date;

- exemplu: o ploaie a început la ora 23^{15} în data de 7 iunie şi a continuat până la ora 1^{23} din 8 iunie, pe pluviogramă, în faţa descifrării se va nota 7-8 iunie;

⑥ în cazul în care în cadrul unei ploi nu s-a găsit nici un segment cu intensitate mai mare de 0,04 mm/minut, se vor citi numai punctele care marchează începutul şi sfârşitul ploii, chiar dacă ploaia a înregistrat întreruperi sau sifonări;

⑦ sifonarea nu se consideră punct caracteristic în cazul *ploilor nesemnificative*, ploi care au avut intensitatea maximă ≤ 0,04 mm/minut (chiar şi atunci când cantitatea totală a fost > 2,5 mm şi intensitatea medie a fost > 0,02 mm/minut şi ploi care au totalizat cantităţi ≤ 2,5 mm şi au avut intensitatea medie ≤ 0,02 mm/minut (chiar şi atunci când intensitatea maximă a fost ≥ 0,04 mm/minut;

⑧ cantitatea de la începutul ploii se consideră egală cu 0,0 mm, chiar dacă peniţa a început înregistrarea deasupra sau sub linia respectivă, caz în care se va aduna sau scădea diferenţa dintre începutul real al înregistrării şi linia care indică 0,0 mm;

⑨ dacă pe pluviogramă s-au înregistrat mai multe ploi separate, descifrarea fiecăreia se face de la cantitatea de 0,0 mm (I.N.M.H., 1995).

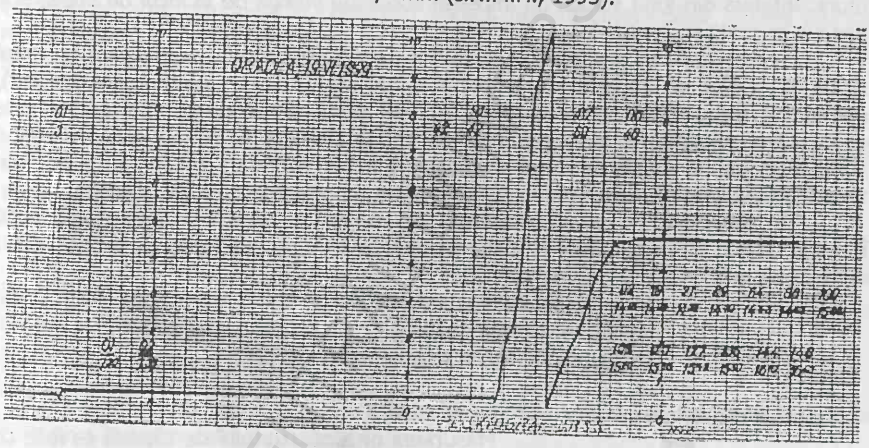


Fig.65. Fragment dintr-o pluviogramă descifrată

9.3. Observaţii şi măsurători asupra stratului de zăpadă

Pătura de zăpadă depusă pe suprafaţa solului sau a gheţurilor formată în urma ninsorilor, constituie *stratul de zăpadă* care poate fi continuu, uniform (pe timp calm) sau neomogen, prezintă troiene sub influenţa vântului şi a neuniformităţilor terenului.

Observaţiile se fac vizual şi instrumental începând din momentul depunerii stratului de zăpadă, până în momentul topirii totale şi se grupează în:

- *observaţii zilnice* care constau în stabilirea gradului de acoperire şi a caracteristicilor de aşezare a stratului de zăpadă precum şi determinarea grosimii acesteia;

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI
GEO_OBIE-GEOGRAFIE

• *observaţii pentadice* care presupun determinarea densităţii şi a echivalentului în apă al stratului de zăpadă.

În acest sens, specialiştii din cadrul serviciilor meteorologice din teritoriu vor alege o parcelă de teren reprezentativă pentru zona respectivă, ei având obligaţia să facă *descrierea* parcelei, respectiv să precizeze dacă aceasta este degajată sau adăpostită, să indice toate obstacolele aflate pe o rază de 0,5 km (construcţii, livezi, obstacole naturale etc) şi, de asemenea, să întocmească o schiţă – plan la scara 1:500, în care să se precizeze şi punctele în care se instalează riglele de zăpadă (I.N.M.H., 1995).

Stabilirea gradului de acoperire şi caracteristicile stratului de zăpadă

Observaţiile asupra gradului de acoperire cu zăpadă se fac zilnic la ora 6 sau imediat ce se luminează, întotdeauna din acelaşi punct, cel mai ridicat din apropierea staţiei meteorologice.

Observaţiile se fac vizual asupra întregului orizont vizibil al staţiei (zona reprezentativă din jurul staţiei, nu întreaga suprafaţă vizibilă de la locul de observaţie până la orizont) şi constau în:

- *determinarea gradului de acoperire cu zăpadă a solului* pentru care orizontul vizibil al staţiei se împarte convenţional (imaginar) în zece părţi egale (zecimi), operatorul trebuind să opereze vizual a câta parte din împrejurimile staţiei este acoperită cu zăpadă, respectiv prin cifre de la 0 la 10, cifra 10 reprezentând orizontul vizibil al staţiei; la staţiile de litoral se consideră numai suprafaţa solului, iar la cele din vecinătatea pădurilor se va avea în vedere numai suprafaţa terenurilor deschise;
- *aprecierea modului de aşezare a stratului de zăpadă* se face atunci când întregul orizont vizibil al staţiei este complet acoperit cu zăpadă (grad de acoperire 10: $*^{10}$), prin următoarele caracteristici:
  - uniform, fără troiene;
  - neuniform, cu troiene mici;
  - foarte neuniform, cu troiene mari.

Determinarea grosimii stratului de zăpadă

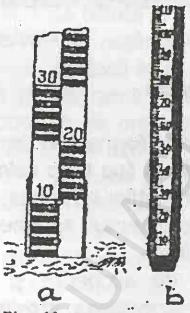


Fig. 66. a. Rigla nivometrică fixă; b. Rigla nivometrică portabilă (sursa: V. Belozerov, I Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971 p.149-150)

Măsurarea grosimii stratului de zăpadă se face cu ajutorul unor rigle de măsurat (nivometrice) care pot fi fixe sau portabile.

Rigla nivometrică fixă (fig. 66a) este o şipcă de lemn vopsită în alb, cu dimensiunile 180x26x2,5 cm, pe a cărei faţă sunt marcate diviziunile reprezentate prin linii albe şi negre, intercalate, cu grosimea de 1 cm, dispuse în alternanţă din 10 în 10 cm, de o parte şi alta a axului longitudinal al feţei.

Pe parcelă se fixează 3 rigle, în vârfurile unui triunghi echilateral cu latura de 10 m şi numerotate cu cifrele 1, 2 şi 3, locul de instalare şi numerotarea lor trebuind să rămână acelaşi de la un an la altul.

Riglele se instalează toamna, cu o lună înainte de data medie a căderii primei ninsori şi se ridică primăvara când condiţiile atmosferice nu mai permit depunerea stratului de zăpadă, având grijă să se marcheze locurile, pentru ca în anul următor să fie instalate în aceleaşi puncte.

Rigla nivometrică portabilă (fig.66b) este o şipcă de lemn, cu dimensiuni mai mici, 180x4x2,5 cm, terminată la capătul inferior cu o garnitură metalică ascuţită la vârf, care îi protejează capătul , menţinând nemodificată linia diviziunii 0 şi asigurându-i pătrunderea uşoară în stratul de zăpadă. Este vopsită în alb şi are înscrise pe o faţă diviziunile din cm în cm, a căror notare este făcută din 5 în 5 sau 10 în 10 cm începând de la baza riglei. Pentru observaţii se utilizează tot trei rigle, înfipte în stratul de zăpadă până când capetele lor ating nivelul solului.

Citirea trebuie făcută de la o distanţă de cel puţin 2-3 metri de riglă, observatorul apropiindu-se întotdeauna din aceeaşi direcţie. În momentul citirii, ochiul observatorului trebuie să se găsească cât mai aproape de suprafaţa stratului de zăpadă, pe rigle citindu-se în centimetri întregi, acea diviziune până la care ajunge nivelul stratului de zăpadă. Citirile se fac zilnic, chiar dacă nu a mai nins şi grosimea stratului de zăpadă nu s-a schimbat în ultimele 24 de ore (I.N.M.H., 1995).

Determinarea densităţii stratului de zăpadă

Prin densitatea zăpezii se înţelege raportul dintre greutatea şi volumul unei probe de zăpadă, mai precis, greutatea medie a unui cm^3 de zăpadă ($d = \frac{g}{v}$ <g/cm^3>).

Determinarea densităţii zăpezii se face cu ajutorul densimetrului de zăpadă care, după construcţie poate fi: densimetru cu balanţă sau densimetru volumetric, ultimul este tot mai rar folosit, locul lui fiind luat de pluviometru.

Densimetrul cu balanţă

Este principalul instrument utilizat în staţiile meteorologice şi se compune dintr-un cilindru metalic şi o balanţă (fig. 67).

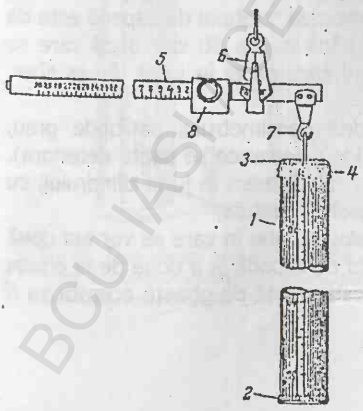


Fig.67. Densimetru cu balanţă (sursa:V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p.151)

Cilindrul densimetric (1) este un tub din tablă de zinc, lung de 60 cm, cu secţiunea interioară de 50 cm^2, la unul din capete fiind prevăzut cu un capac demontabil (2) iar la celălalt (gura cilindrului) este deschis şi terminat cu un inel (3) având muchia ascuţită şi zimţată pentru a tăia posibila crustă de zăpadă formată. La exterior sunt gravate diviziunile din cm în cm, care servesc pentru determinarea grosimii stratului de zăpadă (înălţimea probei luate) şi, de asemenea , are un inel mobil cu mâner (4) de care se agaţă pe braţul balanţei.

Balanţa se compune dintr-o tijă metalică (5) susţinută de un suport (6) care o împarte în două braţe inegale: braţul scurt de care se prinde cilindrul este prevăzut cu un cârlig (7) şi braţul lung, care serveşte pentru determinarea greutăţii. Pe suprafaţa sa este gravată o scară cu diviziuni din 5 în 5 grame, numerotarea ei fiind făcută din 10 în 10 diviziuni cu cifre arabe începând de la 0, fiecare cifră reprezentând 50 de grame. Tot pe braţul lung se află greutatea mobilă (8).

Efectuarea observaţiilor implică parcurgerea următoarelor etape:

① *"aclimatizarea" densimetrului,* respectiv scoaterea acestuia afară cu 30 de minute înainte pentru a lua temperatura mediului şi a preveni lipirea zăpezii de pereţii cilindrului;

② *verificarea echilibrului cântarului:* se agaţă cilindrul gol şi dacă balanţa este în echilibru atunci când greutatea coincide cu diviziunea zero a scalei, aparatul funcţionează corect; în caz contrar, respectiva poziţie va fi considerată zero, iar după observaţie se va stabili cauza defectării;

③ *înfigerea cilindrului* prin împingere verticală în stratul de zăpadă cu marginea ascuţită în jos; se deosebesc următoarele situaţii:

- *grosimea stratului de zăpadă <60 cm* se determină astfel:
  - se taie zăpada până la suprafaţa solului şi se citeşte în cm întregi grosimea stratului de zăpadă pe scara cilindrului;
  - se îndepărtează zăpada dintr-o parte a cilindrului, apoi se introduce lopata sub marginea inferioară a cilindrului;
  - se ridică cilindrul împreună cu lopata, i se pune capacul apoi se răstoarnă cu marginea inferioară în sus, se curăţă de zăpada lipită la exterior şi se agaţă de cântar;
  - aşezat cu spatele spre vânt, observatorul aduce balanţa în stare de echilibru şi citeşte diviziunea de pe braţul balanţei care coincide cu liniuţa de pe marginea teşită a ferestrei greutăţii mobile;
  - se aruncă proba de zăpadă alături de locul de unde a fost luată (pentru a nu împiedica luarea probelor ulterioare) şi se curăţă cilindrul de resturile de zăpadă.
- *grosimea stratului de zăpadă >60 cm,* situaţie în care întreaga coloană de zăpadă se ia din mai multe măsurători. Exemplu: grosimea stratului de zăpadă este de 100 cm. Se ia prima probă adâncindu-se cilindrul până la cca 50 cm, după care se curăţă zăpada din jurul cilindrului, pentru a preveni căderea ei în locul rămas liber, după care se ia a doua probă;
- *zăpada prezintă crustă,* respectiv cilindrul densimetrului pătrunde greu, acesta va fi cufundat prin apăsare şi rotire (fără a-l lovi deoarece se poate deteriora). În situaţia în care crusta nu poate fi străpunsă, va fi tăiată exact în jurul cilindrului, cu un cuţit sau cu o daltă, ea pătrunzând astfel în interiorul acestuia;
- *zăpada prezintă crustă în interiorul stratului,* situaţie în care se vor lua două probe: prima de la suprafaţa stratului până la crusta de zăpadă şi a doua de la crusta de zăpadă până la sol. Dacă la suprafaţa solului există crustă de gheaţă aceasta va fi exclusă din probă.

• *zăpada prezintă un strat de apă la bază,* proba se va lua numai până la nivelul apei şi nu până la suprafaţa solului;

• în paralel cu determinarea densităţii stratului de zăpadă observatorul trebuie să mai facă următoarele determinări:

- grosimea crustei de gheaţă de la suprafaţa solului;
- grosimea totală a crustelor de gheaţă din stratul de zăpadă;
- grosimea stratului de apă de sub stratul de zăpadă (I.N.M.H.,1995).

Densimetrul volumetric

Densimetrul volumetric (fig. 68) este mai rar utilizat, deoarece permite determinarea densităţii zăpezii numai în condiţii de staţie, respectiv este necesară topirea prealabilă a probei, a cărei greutate se măsoară apoi.

Cuprinde următoarele părţi componente:

- *cilindrul densimetric* (1), constituie un tub înalt de 50-60 cm, cu secţiunea interioară de 50 cm^2, prevăzut la partea superioară cu două mânere, iar la cea inferioară cu o deschizătură în care se introduce paleta pentru tăierea probei de zăpadă. Gura cilindrului se termină cu un inel ascuţit pentru a uşura pătrunderea în stratul de zăpadă;

- *vasul pentru topirea zăpezii* (2) este prevăzut cu un capac, în el se introduce cilindrul cu proba de zăpadă pentru topire;

- *paharul densimetric* gradat din 5 în 5 cm^3 se utilizează pentru măsurarea apei provenite din topire;

-*paleta pentru tăierea probei.*

Pentru observaţii, se introduce cilindrul densimetric în stratul de zăpadă, respectând regulile stabilite anterior. Se curăţă zăpada din jurul cilindrului densimetric, se citeşte grosimea stratului de zăpadă şi cu ajutorul paletei se taie proba. Se curăţă exteriorul cilindrului după care acesta se introduce în vasul pentru topirea zăpezii, iar după topire se măsoară cu ajutorul paharului densimetric. Cunoscând înălţimea probei de zăpadă (h) şi numărul diviziunilor citite pe pahar, densitatea zăpezii va fi:

$$d = \frac{5*n}{100*h} = \frac{n}{20*h}$$

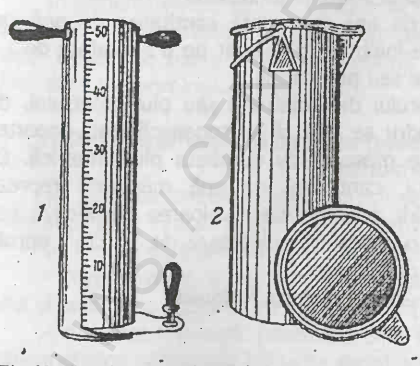


Fig.68. Densimetru volumetric (sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p.152)

Determinarea densităţii zăpezii cu ajutorul pluviometrului

Se face numai în cazul lipsei sau deteriorării densimetrului. Efectuarea observaţiilor se face ca şi în cazul densimetrului, cu deosebire că, în acest caz, este obligatorie cântărirea vasului colector (fără capac şi dispozitiv de zăpadă) înainte şi după luarea probei, precum şi măsurarea (cu ajutorul unei rigle) grosimii stratului de zăpadă în locul unde s-a ridicat proba.

Densitatea zăpezii va fi dată de diferenţa dintre greutatea colectorului cu proba de zăpadă şi greutatea lui, care se împarte la 200 * h (h=grosimea stratului de zăpadă) (I.N.M.H., 1995).

Determinarea structurii stratului de zăpadă se face o dată cu determinarea densităţii stratului de zăpadă folosind tabelul 9

Tabelul 9. Structura stratului de zăpadă

Cifra de cod	Structura zăpezii
0	Zăpadă proaspătă, în pulbere
1	Zăpadă proaspătă, afânată (pufoasă)
2	Zăpadă proaspătă, lipicioasă
3	Zăpadă veche (afânată)
4	Zăpadă veche densă
5	Zăpadă veche umedă
6	Zăpadă pufoasă, cu crustă la suprafaţă
7	Zăpadă densă, cu crusta la suprafaţă
8	Zăpadă umedă, cu crustă la suprafaţă
9	Zăpadă îngheţată, compactă

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile şi posturile meteorologice*, 1995, p.84

Determinarea echivalentului în apă al stratului de zăpadă

Echivalentul în apă al stratului de apă reprezintă cantitatea de apă ce ar rezulta din topirea stratului de zăpadă de înălţime "h", situat pe o suprafaţă de 1 m^2, determinarea lui făcându-se prin măsurare sau prin calcul.

Prin măsurare, se face cu ajutorului densimetrului sau pluviometrului, după determinarea densităţii. Zăpada din cilindru se lasă să se topească lent, departe de sursele de încălzire, iar apa rezultată se măsoară cu eprubeta pluviometrică. Dacă determinarea s-a făcut cu pluviometrul, cantitatea de apă măsurată reprezintă echivalentul în apă, iar în cazul folosirii densimetrului, valoarea respectivă se va înmulţi cu 4, deoarece densimetrul are o suprafaţă colectoare de 50 cm^2, eprubeta fiind gradată pentru suprafaţa colectoare de 200 cm^2.

Prin calcul, echivalentul în apă se află cu ajutorul formulei:

$E = d * h * 10$,

unde: E – echivalentul în apă (l/m^2)
d – densitatea (g/cm^3)
h – înălţimea (grosimea) stratului de zăpadă (cm)
10 – constantă (I.N.M.H., 1995).

10. MĂSURAREA PRESIUNII ATMOSFERICE

10.1. Generalităţi

Presiunea atmosferică reprezintă forţa cu care aerul (datorită greutăţii pe care o are), apasă pe unitatea de suprafaţă (cm^2).

Conform experimentelor lui Toricelli, această forţă este eliberată de o coloană de mercur înaltă de 760 mm cu secţiunea de 1 cm^2.

Înălţimea coloanei de mercur din barometru nu depinde numai de presiunea atmosferică, ci şi de temperatura aerului şi de acceleraţia gravitaţională. Astfel, conform normelor internaţionale, presiunea atmosferică este considerată normală atunci când o coloană de mercur cu secţiunea de 1 cm^2, la temperatura de 0 ^0C, la nivelul 0 (zero) al mării şi la latitudinea de 45^0, indică 760 mm pe scala tubului barometric.

Faţă de această valoare, considerată normală, presiunea atmosferică înregistrează abateri pozitive sau negative, atât în timp cât şi în spaţiu, de mare importanţă în dinamica aerului şi implicit în evoluţia timpului.

În sistem internaţional, unitatea de măsură pentru presiunea atmosferică este pascalul (newton/m^2), iar în practica meteorologică este milibarul (mb) sau hectopascalul (hPa) şi milimetrul coloană de mercur (mmHg).

În condiţii normale, o coloană de mercur cu o înălţime de 760 mm, exercită o presiune de 1013,3 mb (hPa), deci:

1mb (hPa)=0,7501 mmHg;

1mmHg=1,3332 mb (hPa).

Pentru a transforma valorile presiunii din mm în mb, acestea se înmulţesc cu 1,3332mb, iar pentru a transforma valorile presiunii din mb în mm se înmulţesc cu 0,7501 mm.

În general instrumentele utilizate la staţiile meteorologice, au scala divizată în mmHg, deci valorile citite trebuie transformate în mb. Din aceste considerente s-au întocmit tabele de transformare a presiunii din mmHg în mb care intră în dotarea fiecărei staţii meteorologice (tabelul 10).

10.2. Instrumente şi aparate folosite pentru măsurarea presiunii atmosferice

În practica meteorologică, presiunea atmosferică se măsoară cu ajutorul *barometrului* şi se înregistrează cu *barograful.*

În funcţie de elementul sensibil, *barometrul* poate fi de mai multe feluri:

- *barometru cu lichid,* funcţionează pe baza echilibrului stabilit între presiunea aerului şi presiunea hidrostatică a unui lichid (mercur, ulei, glicerină);
- *barometru metalic (aneroid),* care funcţionează pe seama deformărilor unei capsule metalice vidate sub influenţa variaţiilor de presiune;
- *barometru cu gaz* a cărui funcţionare se bazează pe deformările suferite de un gaz sub influenţa variaţiilor de presiune;
- *hipsometru* sau *termobarometru* care determină presiunea pe baza relaţiei existente între punctul de fierbere a apei şi presiunea aerului.

Tabelul 10. Transformarea valorilor de presiune din mmHg în mb

Milimetri Hg	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Milibari									
500	666.6	667.9	669.3	670.6	671.9	673.3	674.6	675.9	677.3	678.6
510	679.9	681.3	682.6	683.9	685.3	686.6	687.9	689.3	690.6	691.9
520	693.3	694.6	695.9	697.3	698.6	699.9	701.3	702.6	703.9	705.3
530	706.6	707.9	709.3	710.6	711.9	713.3	714.6	715.9	717.3	718.6
540	719.9	721.3	722.6	723.9	725.3	726.6	727.9	729.3	730.6	731.9
550	733.3	734.6	735.9	737.3	738.6	739.9	741.3	742.6	743.9	745.3
560	746.6	747.9	749.3	750.6	751.9	753.3	754.6	755.9	757.3	758.6
570	759.9	761.3	762.6	763.9	765.3	766.6	767.9	769.3	770.6	771.9
580	773.3	774.6	775.9	777.3	778.6	779.9	781.3	782.6	783.9	785.3
590	786.6	787.9	787.3	790.6	791.9	793.3	794.6	795.9	797.3	798.6
600	799.9	801.3	802.6	803.9	805.3	806.6	807.9	809.3	810.6	811.9
610	813.3	814.6	815.9	817.3	818.6	819.9	821.3	822.6	823.9	825.3
620	826.6	827.9	829.3	830.6	831.9	833.3	834.6	835.9	837.3	838.6
630	839.9	841.3	842.6	843.9	845.3	846.6	847.9	849.3	850.6	851.9
640	853.3	854.6	855.9	857.3	858.6	859.9	861.3	862.6	863.9	865.3
650	866.6	867.9	969.3	870.6	871.9	873.3	874.6	875.9	877.3	878.6
660	879.9	881.3	882.6	883.9	885.3	886.6	887.9	889.3	890.6	891.9
670	893.3	894.6	895.9	897.3	898.6	899.9	901.2	902.6	903.9	905.2
680	906.6	907.9	909.2	910.6	911.9	913.2	914.6	915.9	917.2	918.6
690	919.9	921.2	922.6	923.9	925.2	926.6	927.9	929.2	930.6	931.9
700	933.2	934.6	935.9	937.2	938.6	939.9	941.2	942.6	943.9	945.2
710	946.6	947.9	949.2	950.6	951.9	953.2	954.6	955.9	957.2	958.6
720	959.9	961.2	962.6	963.9	965.2	966.6	967.9	969.2	970.6	971.9
730	973.2	974.6	975.9	977.2	978.6	979.9	981.2	982.6	983.9	985.2
740	986.6	987.9	989.2	990.6	991.9	993.2	994.6	995.9	997.2	998.6
750	999.9	1001.2	1002.6	1003.9	1005.2	1006.6	1007.9	1009.2	1010.6	1011.9
760	1013.2	1014.6	1015.9	1017.2	1018.6	1019.9	1021.2	1022.6	1023.9	1025.2
770	1026.6	1027.9	1029.2	1030.6	1031.9	1033.2	1034.6	1035.9	1037.2	1038.6
780	1039.9	1041.2	1042.6	1043.9	1045.2	1046.6	1047.9	1049.2	1050.6	1051.9
790	1053.2	1054.6	1055.9	1057.2	1058.6	1059.9	1061.2	1062.6	1063.9	1065.2

Zecimi de milimetri Hg

Milimetri Hg	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Zecimi de milibari (hPa)									
0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2
1	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.5
2	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9
3	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2
4	5.3	5.5	5.6	5.7	5.9	6.0	6.1	6.3	6.4	6.5
5	6.7	6.8	6.9	7.1	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7	7.9
6	8.0	8.1	8.3	8.4	8.5	8.7	8.8	8.9	9.1	9.2
7	9.3	9.5	9.6	9.7	9.9	10.0	10.1	10.3	10.4	10.5
8	10.7	10.8	10.9	11.1	11.2	11.3	11.5	11.6	11.7	11.9
9	12.0	12.1	12.3	12.4	12.5	12.7	12.8	12.9	13.1	13.2
10	13.3	13.5	13.6	13.7	13.9	14.0	14.1	14.3	14.4	14.5

Sursa: I.N.M.H., *Instrucțiuni pentru stațiile și posturile meteorologice*, 1995, p.37

BCU IAȘI CENTRU DE RESURSE PENTRU STUDENȚI

În staţiile meteorologice se utilizează de obicei *barometrul cu mercur*, iar ca instrument de rezervă, *barometrul aneroid.*

Barometrul cu mercur

Funcţionează pe baza principiului echilibrării presiunii atmosferice prin greutatea coloanei de mercur din tubul de sticlă şi cuprinde următoarele părţi componente: *tubul barometric cu mercur, rezervorul, tubul metalic de protecţie, termometrul alipit* (fig.69).

Tubul barometric (1) este confecţionat dintr-o sticlă specială cu lungimea de 80-86 cm, diametrul de 7,0-7,2mm şi o suprafaţă a secţiunii transversale de 1cm^2. Pentru a reduce greutatea barometrului, tubul barometric are diametrul mai mare în dreptul scării barometrice şi mai mic în partea lui inferioară. La capătul superior tubul este închis iar la cel inferior, este deschis, fapt ce permite pătrunderea mercurului din rezervor în interior, până la o anumită înălţime care depinde de valoarea presiunii aerului.

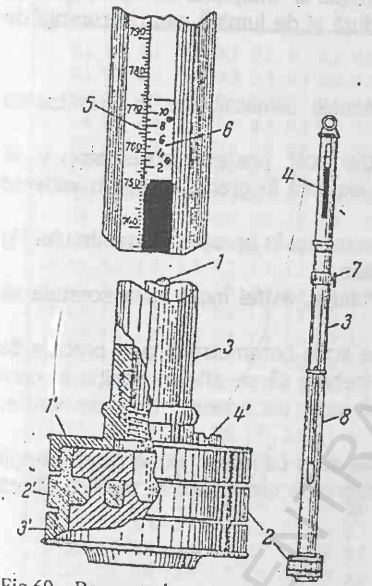


Fig.69. Barometrul cu mercur (sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p. 39)

Rezervorul (2) este confecţionat din metal sau material plastic şi se compune din: *capac, diafragmă* şi *fund*, fixate între ele prin înşurubare. *Capacul* (1') are un orificiu central în care se fixează tubul barometrului, un orificiu lateral pentru fixarea armăturii de protecţie a tubului şi un orificiu prin care mercurul din rezervor comunică cu aerul din afară (4'). La transportare, acest orificiu se închide cu un şurub de închidere pentru a preveni curgerea mercurului şi a evita pătrunderea aerului în tubul barometric în timpul transportului. *Diafragma* (2') este un disc prevăzut cu mai multe orificii care are rolul de a amortiza oscilaţiile bruşte ale mercurului în timpul transportului, împiedicând astfel, pătrunderea aerului în tub. *Fundul rezervorului* (3') poate fi fix sau mobil. La barometrele cu *fund fix (tip Fuess)* variaţiile de nivel ale mercurului din rezervor sunt înglobate în scara aparatului prin compensare, o diviziune pe scară reprezentând 0,980 mm Hg dacă scara este gradată în mm şi 0,735 mm, dacă scara este divizată în mb. La barometrele cu *fund mobil (tip Fortin)* nivelul mercurului din rezervor se reglează faţă de nivelul 0 cu un şurub, iar scara este necompensată.

Armătura de protecţie este un tub cilindric de metal care protejează tubul barometric împotriva deteriorărilor. În partea superioară are o deschidere prin care se observă nivelul coloanei de mercur, iar pe marginile deschiderii sunt gravate

diviziunile în *mm* sau *mb* care formează scara barometrului. De-a lungul deschiderii se află un *vernier*, cu ajutorul căruia se citesc zecimile de *mm* sau *mb*, care se poate deplasa cu ajutorul unui şurub cu cremalieră

Termometrul alipit (8) este un termometru cu mercur, fixat la partea inferioară a tubului de protecţie, cu rezervorul în contact cu tubul barometric pentru a măsura temperatura mercurului. Valoarea temperaturii mercurului în momentul determinării presiunii, este necesară pentru aplicarea corecţiei de temperatură, în vederea aducerii presiunii la temperatura de 0^0C (Pleşca, 1968).

Instalarea barometrului se face în biroul staţiei la înălţimea de 70-75 cm faţă de duşumea, ferit de trepidaţii, de sursele de căldură şi de lumină sau de curenţii de aer din exterior.

Efectuarea observaţiilor se face la termenele climatologice în următoarea ordine:

1. Citirea rapidă a termometrului alipit astfel încât prezenţa observatorului să nu modifice valorile de temperatură. Valorile se exprimă în grade întregi în vederea reducerii presiunii la 0^0C.

2. Lovirea uşoară a monturii metalice a aparatului în apropierea meniscului Hg sau lângă rezervor, pentru stabilizarea suprafeţei sale.

3. Manevrarea vernierului cu ajutorul şurubului, astfel încât baza acestuia să fie tangentă meniscului mercurului.

4. Citirea diviziunilor de pe vernier şi de pe scala barometrului cu o precizie de 0,1 *mm* sau *mb*. La citire ochiul observatorului trebuie să se afle în poziţia în care marginile (anterioară şi posterioară) mercurului sunt pe aceeaşi linie de vizare, tangentă meniscului mercurului.

La citirea diviziunilor, barometrul nu trebuie atins cu mâna. După citire, poziţia vernierului trebuie să rămână fixă, deoarece la observaţia următoare se verifică citirea făcută anterior.

Corecţiile barometrului cu mercur

Valorile citite la barometrul cu mercur prezintă unele erori determinate de construcţia aparatului şi de variaţia volumului Hg în raport de temperatura şi forţa de gravitaţie.

1. *Corecţia instrumentală* se stabileşte periodic prin compararea valorii indicate de barometru cu cele indicate de un barometru-etalon şi se trece în fişa tehnică a acestuia.

2. *Corecţia de latitudine* se aplică pentru aducerea presiunii la gravitaţia proprie latitudinii de 45^0, aceasta fiind negativă pentru latitudini sub 45^0 şi pozitivă pentru latitudini mai mari.

3. *Corecţia de altitudine* se aplică pentru aducerea presiunii la condiţiile de gravitaţie de la nivelul mării, ea are semn negativ pentru punctele situate deasupra nivelului mării şi pozitiv pentru cele aflate sub acest nivel.

4. *Corecţia de temperatură* se aplică pentru înlăturarea deformărilor coloanei de mercur în cazul temperaturilor diferite de 0°C, corecţia fiind negativă pentru temperaturile pozitive şi pozitivă pentru temperaturile negative (I.N.M.H., 1995).

Corecţiile amintite se iau din tabele.

Tabelul 11. Corecţiile de reducere a presiunii atmosferice la 0°C

Temperatura °C	Presiunea atmosferică în milibari																				
	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000	1020	1040	1060
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
10	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8
11	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9
12	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1
13	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2
14	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4
15	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7
16	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8
17	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9
18	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0
19	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.2	3.3
20	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4
21	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6
22	2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.8
23	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.8	3.9	4.0
24	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9	4.0	4.0	4.1
25	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.0	4.1	4.2	4.2
26	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.2	4.3	4.4	4.5
27	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.6
28	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8
29	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.8	4.9	5.0
30	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2
31	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3
32	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4
33	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6
34	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5.	5.6	5.7	5.8
35	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.8	5.9	6.0

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice* 1995, p. 39.

Exemple:

1. Presiunea citită la barometru după aplicarea corecţiei instrumentale este de 1002,0 mb (după rotunjire 1000 mb), iar temperatura citită la termometrul alipit barometrului este de 20°C. Corecţia corespunzătoare este de –3,3mb (tabelul 11). Valoarea presiunii obţinute în acest fel este de 1002,0 mb – 3,3 mb = 998,7 mb.

2. Valoarea presiunii atmosferice după aplicarea corecţiei instrumentale este de 1015,0 mb. Valoarea citită la termometrul alipit este de 22°C. Valoarea de 1015,0 mb se rotunjeşte la 1020,0 mb (deoarece de la 1010,1 mb rotunjirile se fac la 1020,0 mb). Conform tabelului corecţia de reducere la 0°C pentru aceste date este egală cu 3,7 mb. Valoarea presiunii atmosferice redusă la 0°C va fi: 1015,0 – 3,7 = 1011,3 mb.

Tendinţa barică

Valoarea tendinţei barice reprezintă diferenţa dintre două citiri ale barometrului cu Hg (corectate cu corecţia instrumentală şi reduse la temperatura de 0°C) care au fost făcute una în momentul orei de observaţie, iar cealaltă cu trei ore înainte. Dacă presiunea la ora de observaţie a fost mai mare decât cea stabilită cu 3 ore înainte, tendinţa barică se consideră pozitivă (+), iar dacă este mai mică, ea se consideră negativă (-).

Tendinţa barică se calculează orar din valorile presiunii atmosferice la nivelul staţiei, ca diferenţă între presiunea în momentul observaţiei şi presiunea determinată cu trei ore în urmă şi se exprimă în mb şi zecimi de mb. Dacă presiunea citită la barometru nu s-a schimbat în cursul ultimelor trei ore atunci valoarea tendinţei barice va fi 0,0 mb. La staţiile meteorologice care nu au program de observaţii de 24 de ore, tendinţa barică se determină cu ajutorul barogramelor (descifrate).

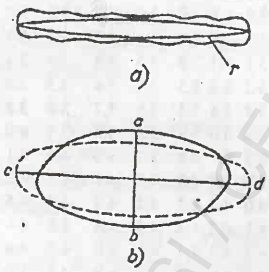


Fig. 70. Receptorul barometrului aneroid: a) Capsula Vidi; b) Deformarea tubului (sursa: Comitetul de Stat al Apelor, *I. D.-27-65*, 1965, p.88)

Barometrul aneroid

Funcţionarea lui se bazează pe deformarea unui sistem de capsule Vidi (6-8) sau a unui tub manometric Bourdon sub influenţa variaţiilor de presiune (fig. 70).

Capsula Vidi este confecţionată din tablă elastică ondulată, pentru a-i mări suprafaţa de contact cu aerul. Este vidată parţial, cu scopul de a o face sensibilă la variaţiile de presiune, iar pentru a fi ferită de deformări puternice care s-o deterioreze, are în interior un resort care ţine depărtate membranele capsulei (fig. 70a).

Tubul manometric Bourdon are secţiune eliptică şi este confecţionat din tablă elastică. Sub influenţa variaţiilor de presiune îşi modifică forma: atunci când presiunea creşte, tubul se turteşte alungindu-se de-a lungul axei mari, iar când presiunea scade, axa mare se scurtează (fig.70b).

Deformările suferite de elementul sensibil sunt transmise şi amplificate printr-un sistem de pârghii prevăzut cu contragreutăţi pentru a le anihila inerţia. Mecanismul de transmitere şi amplificare se află în legătură cu acul indicator care se deplasează pe un cadran gradat în mm sau mb (fig. 71).

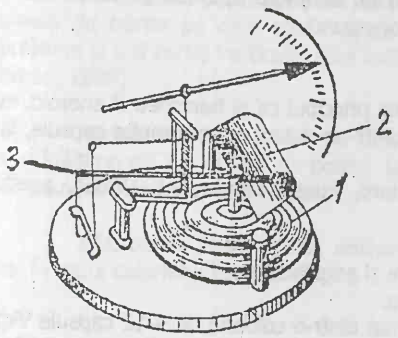


Fig. 71. Barometrul aneroid (sursa: Gh. Pleşca, *Lucrări practice de meteorologie*, 1968, p. 39, cu modificări)

Piesele componente ale barometrului aneroid sunt dispuse pe un şasiu alcătuit din două plăci metalice orizontale fixate paralel la capetele a patru bare metalice verticale. Aparatul este protejat de o cutie cilindrică prevăzută pe partea din spate cu un şurub de punere la valoare iar la partea din faţă cu două scări concentrice divizate în mm (torri) şi respectiv, mb.

Acest tip de de barometru dă indicaţii cărora nu li se mai adaugă corecţia de reducere la 0^0C, el fiind dotat cu dispozitiv de compensare pentru temperatură, respectiv o pârghie de invar (3) şi o bară semicilindrică de alamă (2) unite între ele prin două garnituri metalice. La temperaturi ridicate, elasticitatea piesei receptoare creşte, deformarea ei se accentuează, iar presiunea citită pe scara barometrului este mai mare decât în realitate. Această creştere artificială a presiunii este compensată prin dilatarea foarte mare a barei de alamă care ridică pârghia nedilatabilă din invar, obligând acul barometrului să indice presiunea reală. Fenomenul se petrece invers la temperaturi coborâte.

Cele mai multe tipuri de aneroide dispun de un ac indicator suplimentar care se manevrează cu ajutorul butonului aflat la capătul superior al axului său de fixare şi serveşte pentru determinarea tendinţei barice (Pleşca, 1968, Fărcaş, 1987).

Efectuarea observaţiilor

Barometrul aneroid (de rezervă) se foloseşte *numai* în cazurile în care barometrul cu Hg s-a defectat, înlocuirea specificându-se în registrul de observaţii meteorologice la rubrica "Însemnări speciale".

Observaţiile se fac la termenele climatologice în următoarea ordine:

1. Citirea temperaturii pe termometrul alipit aneroidului cu o precizie de $0,1^0$C;
2. Ciocănirea uşoară a geamului aneroidului pentru stabilizarea acului indicator;
3. Citirea poziţiei acului pe scală, cu o precizie de 0,1 mm.

Pentru a se obţine valoarea reală a presiunii atmosferice se aplică apoi corecţiile de scală, de temperatură şi cea suplimentară, indicată în certificatul de etalonare al aparatului (I.N.M.H., 1995).

Instalarea barometrului aneroid

În staţie, se găseşte instalat lângă barometrul cu mercur, respectându-se aceleaşi reguli. Înălţimea la care se aşază trebuie să corespundă înălţimii rezervorului barometrului cu mercur.

Reglarea se face cât mai rar pentru a nu deteriora aparatul şi numai atunci când corecţiile indicate în fişa tehnică nu mai corespund.

Barograful meteorologic

Este construit şi funcţionează pe acelaşi principiu ca şi barometrul aneroid, cu deosebire că partea receptoare este alcătuită dintr-un sistem de mai multe capsule, iar variaţiile presiunii sunt înregistrate.

Indiferent de tipul barografului (Richard, Fuess, Lambrecht, URSS), acesta cuprinde următoarele părţi componente:

1. mecanismul receptor;
2. mecanismul de transmitere şi amplificare;
3. mecanismul de înregistrare.

Mecanismul receptor (fig.72) este format dintr-o coloană de 4-12 capsule Vidi, dispuse coaxial. Asfel, deformările capsulelor, care sunt foarte mici, se însumează dând deformaţiei totale o valoare maximă, de numărul capsulelor depinzând sensibilitatea aparatului. Menţinerea capsulelor în echilibru faţă de presiunea exterioară se realizează printr-un arc interior în formă de resort (2). Sistemul de capsule este fixat pe un suport aflat sub placa de bază a aparatului, numit *compensator termic* (3) – o lamă bimetalică alcătuită dintr-o lamă de oţel şi una din cupru sudate între ele - care compensează erorile provenite din influenţa temperaturii asupra elasticităţii arcurilor şi capsulelor. Compensarea se realizează prin mişcarea inversă a compensatorului determinată de coeficientul de dilatare diferit al celor două metale componente.

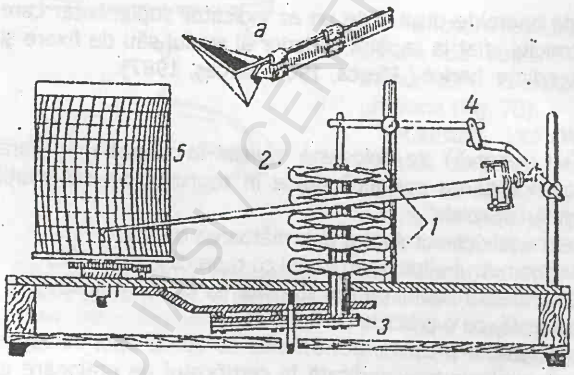


Fig. 72. Barograful: 1. Capsule Vidi; 2. Resort; 3. Dispozitiv de compensare; 4. Pârghii; 5. Tambur; a. Peniţa înregistratoare (sursa: I. Fărcaş, *Măsurători şi calcule de meteorologie*, 1987, p. 46)

Mecanismul de transmitere şi amplificare cuprinde un sistem de pârghii aflat în legătură cu partea superioară a coloanei de capsule şi cu peniţa înregistratoare fixată la capătul braţului de înregistrare. Diferenţele sunt amplificate de 80-100 ori. De lungimea pârghiei aflate în legătură cu mecanismul receptor depinde sensibilitatea aparatului: numărul de diviziuni cu care se deplasează peniţa

înregistratoare la o variaţie a presiunii de 1 mm Hg sau 1 mb.

Mecanismul de înregistrare se compune dintr-un cilindru înregistrator vertical prevăzut în interior cu un mecanism de ceas care îi asigură rotirea în jurul axului. După durata unei rotiri complete a cilindrului, barografele pot fi zilnice sau săptămânale.

Pe cilindrul de înregistrare este fixată, cu ajutorul unei cleme, barograma – o bandă de hârtie pe care sunt trasate linii drepte orizontale care indică valorile de presiune şi linii curbe verticale, care indică intervalele de timp (minute, ore, zile) (Elena Erhan, 1999).

Instalarea barografului se face lângă barometrul cu Hg pe un suport separat la o înălţime de 1,6 m faţă de podea. La instalare se vor respecta aceleaşi reguli ca şi în cazul barometrului cu mercur.

Efectuarea observaţiilor, schimbarea şi prelucrarea barogramelor se fac la fel ca în cazul celorlalte înregistratoare.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

11. OBSERVAŢII ŞI MĂSURĂTORI ASUPRA CARACTERISTICILOR VÂNTULUI

11.1. Generalităţi

Vântul reprezintă mişcarea aerului în raport cu suprafaţa terestră şi se caracterizează prin direcţie şi viteză.

Direcţia vântului este sensul din care bate vântul şi se apreciază (în sensul deplasării acelor de ceasornic pornind de la nordul geografic) după cele 16 sectoare ale orizontului notate cu majusculele punctelor cardinale (pentru direcţiile principale) şi intercardinale (pentru direcţiile intermediare) (tabelul 12).

Viteza vântului se exprimă în metri pe secundă sau noduri (1 nod = 1,852 m/oră = 0,51 m/s).

Tabelul 12.Codificarea direcţiei vântului

Direcţia vântului	Notarea	Grade azimutale	Cifra de cod
Calm	-	-	00
Nord-nord-est	NNE	22,5	02
Nord-est	NE	45	05
Est-nord-est	ENE	67,5	07
Est	E	90	09
Est-sud-est	ESE	112,5	11
Sud-est	SE	135	14
Sud-sud-est	SSE	157,5	16
Sud	S	180	18
Sud-sud-vest	SSV	202,5	20
Sud-vest	SV	225	23
Vest-sud-vest	VSV	247,5	25
Vest	V	270	27
Vest-nord-vest	VNV	292,5	29
Nord-vest	NV	315	32
Nord-nord-vest	NNV	337,5	34
Nord	N	360	36
Variabil	-		99

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p.43

Caracteristica vântului se notează astfel:

Din punctul de vedere al vitezei:

- *uniform* când viteza sa în timpul observaţiei (două minute) rămâne mai mult sau mai puţin constantă, oscilaţiile plăcii la girueta cu placă uşoară se limitează între doi dinţi învecinaţi sau placa oscilează în dreptul unui dinte;

- *în rafale* când viteza se schimbă brusc în timpul observaţiei, respectiv oscilaţiile plăcii uşoare depăşesc intervalul dintre trei dinţi consecutivi, iar la girueta cu placa grea, intervalul dintre doi dinţi consecutivi.

Din punctul de vedere al direcţiei:

- *constant* când în decursul observaţiei (două minute) indicatorul direcţiei vântului se menţine în limitele uneia din cele 16 ale rozei vântului;

- *variabilă* dacă în timpul observaţiei (două minute) indicatorul direcţiei vântului depăşeşte limitele unei direcţii ($22^0 30'$) din cele 16 posibile.

De reţinut că atât vântul tare cât şi cel slab poate avea caracteristica *în rafale*, *variabil* sau *constant*.

11.2. Instrumente şi aparate utilizate pentru determinarea caracteristicilor vântului

În staţiile meteorologice se utilizează numeroase tipuri de aparate a căror construcţie şi funcţionare se bazează pe diverse principii: mecanice, electrice, electromagnetice, termice, manometrice, acustice, optice.

În cele ce urmează vom prezenta doar câteva dintre aceste aparate care au un grad mai mare de utilizare.

11.2.1. Aparate cu citire directă

Girueta Wild (fig.73) cuprinde girueta propriu-zisă şi anemometrul cu placă.

a) *Girueta propriu-zisă* este alcătuită dintr-o vergea terminată la un capăt cu o contragreutate de plumb, iar la celălalt capăt cu o pană de vânt. Sub influenţa presiunii exercitate de vânt, pe feţele paletelor penei amintite, ampenajul giruetei se orientează cu vârful în direcţia din care bate vântul care se apreciază faţă de direcţiile cardinale marcate prin două vergele metalice aşezate în cruce (una dintre ele indicând direcţia N) şi fixate pe dispozitivul de susţinere.

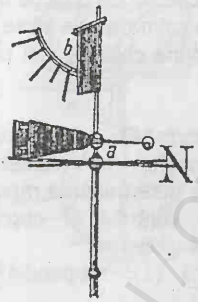


Fig. 73. Girueta Wild: a. Ampenajul; b. Arcul cu dinţi şi placa (sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p.162)

Anemometrul cu placă indică viteza vântului şi este format dintr-o placă metalică suspendată pe axul mobil, solidară cu ampenajul, care se orientează întotdeauna perpendicular pe direcţia vântului. Sub presiunea acestuia, placa oscilează în faţa unui arc de cerc prevăzut cu opt dinţi indicatori ai tăriei vântului, fiecărui dinte corespunzându-i o anumită viteză. În staţiile meteorologice se folosesc două giruete: una cu placă grea (400 g) şi a doua, cu placă uşoară (200 g), ambele fixate pe câte un stâlp cu înălţimea de 10 m.

Instalarea şi întreţinerea giruetelor

Cele două giruete Wild (cu placă uşoară şi cu placă grea) se instalează în partea de nord a platformei

meteorologice, pe aceeaşi linie cu chiciurometrul pe stâlpi metalici la înălţimea de 10 m faţă de sol.

Stâlpii se fixează în pământ, iar pentru a li se asigura stabilitatea se ancorează cu cabluri de susţinere bine întinse (fig.74) prevăzute cu întinzătoare, cu ajutorul cărora sunt întinse funcţie de caracteristicile termice ale sezonului respectiv. Pe suprafaţa lor sunt sudate trepte la anumite intervale care asigură accesul la giruetă atunci când este nevoie.

Pentru uşurarea observaţiilor pe timp de noapte girueta este iluminată cu ajutorul unei instalaţii speciale compusă din trei braţe lungi de 27 cm, dispuse radiar pe ax în capătul cărora se instalează câte un bec. Duliile vor fi puţin înclinate în jos pentru a împiedica pătrunderea apei în ele, iar becurile trebuie protejate cu globuri care sunt vopsite în alb în partea de jos pentru a nu jena observatorul în momentul efectuării observaţiilor.

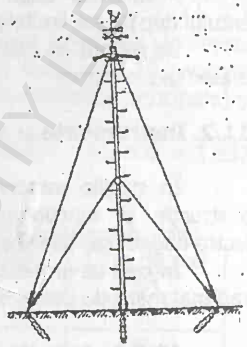


Fig.74. Instalarea giruetei (sursa:Gh. Pleşca, *Lucrări practice de meteorologie*, 1968, p. 195)

Instalarea giruetei se face astfel, încât să fie perfect orientată faţă de punctele cardinale şi conformă cu meridianul locului, scop în care se va folosi busola sau umbra lăsată de stâlpul giruetei la amiază (conform orei locale).

Corectarea direcţiei se face atunci când devierea braţului nordic faţă de meridianul locului depăşeşte 5^0. De asemenea, se va avea în vedere ca axul giruetei să fie perfect vertical (verificarea se face cu ajutorul firului cu plumb) iar indicatorul de direcţie să se mişte uşor. Placa metalică trebuie să se mişte uşor, iar pe timp calm trebuie să se afle exact în dreptul diviziunii zero. Iarna, dacă pe giruetă se depune chiciură sau polei, acestea se vor înlătura prin scuturarea stâlpului.

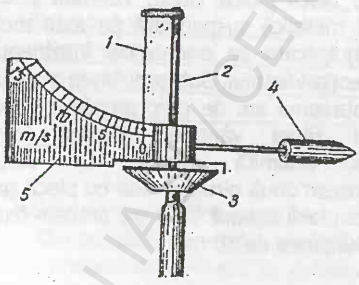


Fig. 75. Girueta portabilă (sursa:Gh. Pleşca, *Lucrări practice de meteorologie*, 1968, p. 198)

Girueta portabilă (de mână) (fig.75) se foloseşte în cercetările expediţionare pentru determinarea rapidă a direcţiei şi vitezei vântului şi cuprinde următoarele părţi componente:

- placa metalică (1), suspendată la partea superioară;
- ampenajul (5), gradat de la 0 la 15 m/s, cu greutatea (4) care se orientează în direcţia de unde bate vântul;
- garnitura tronconică (3) pe care sunt gravate punctele cardinale şi intercardinale, orientată în timpul determinărilor cu litera "N" în direcţia nordului geografic.

De reţinut că valorile obţinute asupra direcţiei şi vitezei vântului cu această giruetă sunt aproximative (Pleşca, 1968).

Mâneca de vânt (fig.76) este o giruetă cu ajutorul căreia se determină aproximativ direcţia vântului.

Cuprinde: 1 – conul de pânză;
2 – cercul metalic pe care este fixat conul de pânză;
3 – vergeaua verticală care susţine cercul metalic;
4 – tubul metalic vertical, în care se roteşte vergeaua metalică.

Funcţionează astfel: sub acţiunea vântului, mâneca sub formă conică se umflă, orientându-se cu partea sa lată, deschisă, către direcţia din care bate acesta.

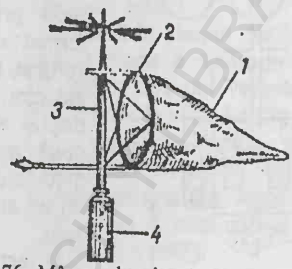


Fig.76. Mâneca de vânt (sursa: S. Ciulache, *Meteorologie-manual practic*, 1973, p. 508)

Se *utilizează* la aeroporturi, deoarece poate fi văzută de la distanţe mari, motiv pentru care se foloseşte o pânză vărgată, care se distinge mai uşor pe solul acoperit cu zăpadă (Ciulache, 1973).

Anemometrul mecanic (fig.77) indiferent de tip cuprinde următoarele părţi componente: - *receptorul de vânt*, format dintr-un ansamblu de cupe sau palete, format dintr-un angrenaj de roţi dinţate care se rotesc (sub acţiunea vântului) şi a căror mişcare este transmisă printr-un *ax mobil* unui *angrenaj de roţi dinţate* aflat în legătură cu un *ax vertical* (de forma unui şurub fără sfârşit) şi cu *acul indicator* care se deplasează în faţa unui *cadran* pe care sunt marcate diviziunile care reprezintă numărul metrilor parcurşi de vânt sau viteza acestula în m/s.

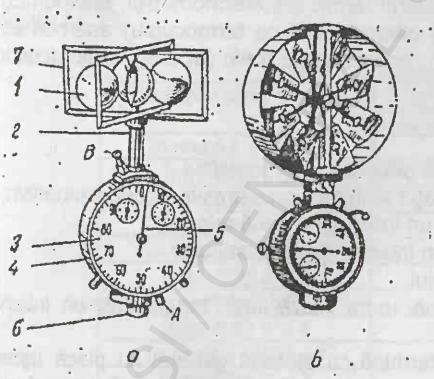


Fig.77. Anemometre mecanice: a. Anemometrul cu cupe; b. Anemometrul cu palete; 1. Cupe; 2. Ax; 3. Cadran; 4. Cutia protectoare; 5. Ac indicator; 6. Şurubul de instalare; 7. Cadru metalic de protecţie (sursa: Gh. Pleşca, *Lucrări practice de meteorologie*, 1968, p. 202):

De asemenea, unele anemometre mai au ataşat un cronometru cu declanşare manuală (cu ajutorul unei pârghii de manevră) sau automată (cronometrul este cuplat cu anemometrul) pentru măsurarea timpului. Dintre anemometrele mecanice utilizate în

staţiile meteorologice din România amintim: anemometrul cu cupe (tip J. Richard, tip R. Fuess, tip RDG), anemometrul mecanic cu morişcă cu palete (tip J. Richard, tip URSS) şi anemometrul mecanic automat .

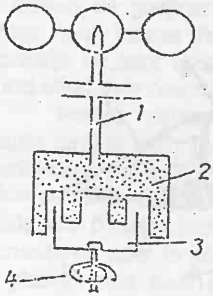


Fig.78. Anemometrul magnetic: 1. Axul cu cupe; 2. Inductorul; 3. Indusul; 4. Arcul spiralat (sursa: I. Fărcaş, *Măsurători şi calcule de meteorologie*, 1987, p. 113)

Anemometrul magnetic (fig. 78) funcţionează pe baza principiului inducţiei magnetice: receptorul este format dintr-un sistem de 3-4 cupe prinse pe un ax vertical, terminat la capătul de jos cu un magnet cu rol de inductor, alcătuit din 6-10 perechi de poli magnetici dispuşi alternativ, pe două cercuri concentrice, între cele două cercuri concentrice se află indusul, un cilindru metalic uşor. Pe axul indusului sunt fixate acul indicator şi un alt arc spiralat, care solicită acul indicator spre poziţia zero.

Sub acţiunea vântului sistemul de cupe se roteşte antrenând în mişcare şi inductorul care, generând un câmp magnetic rotitor, determină rotirea cu un anumit unghi a indusului şi a acului indicator. Astfel, anemometrul ne permite citirea vitezei instantanee a vântului, direct pe cadranul aparatului.

Principalele tipuri de anemometre magnetice utilizate la noi sunt: J. Richard , Rosenmüller, ARI la care se adaugă o serie de anemometre care au alt principiu de funcţionare: anemometrul electromagnetic, anemometrul cu contact electric, anemometrul termic (catatermometrul, anemometrul cu fir cald, anemometrul cu termistori şi anemometrul cu termocuplu) anemometrul fotoeletric (de tip P. Jones, cu fotodiode), anemometrul fonic (acustic, radio-acustic), anemometrul manometric (Fărcaş, 1987).

Efectuarea observaţiilor şi măsurătorilor cu girueta şi anemometrul

Observaţiile asupra vântului, la staţia meteorologică presupun determinarea:

- direcţiei mediate într-un interval de două minute;
- vitezei mediate într-un interval de două minute;
- caracteristicilor vântului;
- vitezei rafalei (cea mai mare viteză instantanee dintr-un interval de două minute).

Direcţia şi viteza vântului se determină cu ajutorul giruetei cu placă uşoară (care indică viteza până la 20 m/s) şi a giruetei cu placă grea uşoară (care indică viteza până la 40 m/s) după cum urmează:

- se apreciază direcţia mediată a vântului (pe două minute) şi caracteristica direcţiei (constant sau variabil);
- se determină viteza mediată a vântului (pe două minute), caracteristica vitezei (uniformă sau în rafale) şi cea mai mare viteză instantanee din intervalul de două minute (viteza rafalei).

Pentru a determina *direcţia vântului,* observatorul se apropie de stâlp, se aşază sub indicatorul direcţiei şi observând oscilaţiile acestuia timp de două minute apreciază vizual direcţia vântului (poziţia medie a oscilaţiilor). Aprecierea direcţiei vântului se face după cele 16 puncte cardinale astfel:

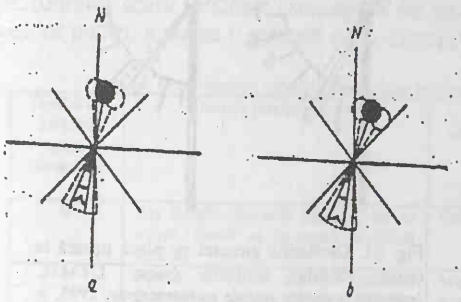


Fig. 80. Oscilaţiile indicatorului direcţiei vântului (sursa: Gh. Pleşca, *Lucrări practice de meteorologie*, 1968, p.198)

- dacă în timpul oscilaţiilor sale poziţia medie a contragreutăţii pare că atinge una din vergele, aceasta indică direcţia vântului (fig.80a)
- dacă în poziţia sa medie, indicatorul direcţiei vântului nu atinge nici una din vergele, direcţia vântului se va nota cu trei litere (fig. 80b-direcţia NNE).

Pentru a afla *viteza vântului,* observatorul se depărtează de stâlp, se aşează perpendicular faţă de poziţia ampenajului giruetei, de unde va urmări timp de două minute oscilaţiile plăcii şi va nota numărul dintelui sau al dinţilor pe lângă care, sau între care s-a situat, în medie poziţia plăcii.

Numerotarea dinţilor se face de jos în sus (începând de la 0 până la 7) dintele cu numărul 0 corespunzând cu poziţia verticală a plăcii (pe timp calm).

Aprecierea vitezei vântului în funcţie de poziţia medie a plăcii se face conform tabelului 13.

Tabelul 13. Aprecierea vitezei vântului la giruetă

Oscilaţiile plăcii giruetei	Viteza vântului (m/s) la girueta	
	cu placă uşoară	cu placă grea
În dreptul dintelui 0	0	0
Între dinţii 0 şi 1	1	2
În dreptul dintelui 1	2	4
Între dinţii 1 şi 2	3	6
În dreptul dintelui 2	4	8
Între dinţii 2 şi 3	5	10
În dreptul dintelui 3	6	12
Între dinţii 3 şi 4	7	14
În dreptul dintelui 4	8	16
Între dinţii 4 şi 5	9	18
În dreptul dintelui 5	10	20
Între dinţii 5 şi 6	12	24
În dreptul dintelui 6	14	28
Între dinţii 6 şi 7	17	34
În dreptul dintelui 7	20	40
Peste dintele 7	> 20	> 40

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice, 1995*, p. 45)

Exemple:

1. Dacă în cazul vântului uniform placa uşoară oscilează în dreptul dintelui 3 (fig. 81a), viteza vântului este de 6 m/s, iar dacă oscilează între dinţii 3 şi 4 (fig. 81b) este de 7 m/s.

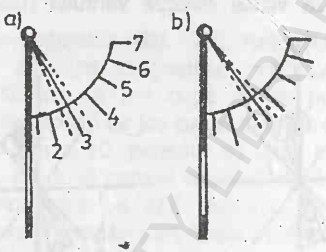


Fig. 81. Oscilaţiile giruetei cu placă uşoară în cazul vântului uniform (sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p. 45)

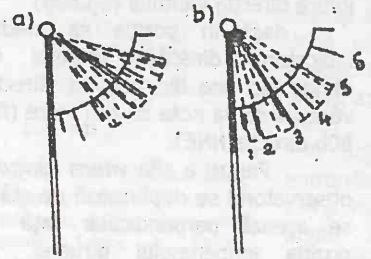


Fig.82. Oscilaţiile giruetei cu placă uşoară în cazul vântului în rafale (sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p. 45)

2. Dacă în cazul vântului în rafale placa oscilează între dinţii 3 şi 6 iar poziţia ei medie este între 4 şi 5 (fig. 82a) atunci viteza vântului este de 9 m/s iar rafala este de 14 m/s.

3. Dacă în cazul vântului în rafale placa uşoară oscilează între dinţii 1 şi 5, iar poziţia ei medie este în dreptul dintelui 3 (fig. 82b), viteza este de 6 m/s iar rafala de 10 m/s.

4. Dacă în cazul vântului puternic placa depăşeşte ultimul dinte, se notează valoarea corespunzătoare acestuia (20 m/s), când staţia are numai girueta cu placa uşoară sau 40 m/s, când staţia are girueta cu placă grea, înscriindu-se în faţa valorii respective semnul >.

De reţinut că:

- observaţiile la girueta cu placă uşoară se fac până la viteze ale vântului de 9 m/s inclusiv, iar la girueta cu placă grea începând de la 10 m/s;
- rafala (viteza maximă instantanee) se determină după poziţia cea mai ridicată a plăcii (în intervalul de două minute).

Cu ajutorul anemometrului, la staţia meteorologică, se fac determinări mai precise asupra vitezei vântului la înălţimea de 2 m, observaţiile efectuându-se la termenele climatologice astfel:

- la anemometrele care măsoară viteza instantanee la termenele de observaţii se apreciază viteza mediată pe 2';
- la anemometrele care apreciază viteza mediată pe 100 secunde se vor citi şi nota direct indicaţiile;
- la anemometrele la care se calculează viteza mediată pe o perioadă de timp oarecare şi se efectuează citirea contoarelor la începutul şi sfârşitul intervalului respectiv, se va determina viteza mediată pe 2'.

În cazul în care instrumentele din dotarea staţiei meteorologice nu sunt în stare de funcţionare, observaţiile asupra direcţiei şi vitezei vântului se fac după efectele produse de acesta în natură, respectiv asupra vegetaţiei, construcţiilor etc.conform scării Beaufort (concepută de amiralul francez în anul 1805 şi modificată ulterior pentru a putea fi aplicată şi pe uscat) (tabelul 14) (I.N.M.H., 1995).

Tabel 14. Determinarea vitezei după efectele produse de vânt (scara Beaufort)

Gradul de tărie în scara Beaufort	Efectele produse de vânt	Caracteristi ca vântului	Echivalentul vitezei la înălţimea de 10m	Viteza medie exprimată în:	
			m/s	km/h	m/s
0	Aer liniştit, frunzele arborilor nu se mişcă, fumul de la coşuri se ridică vertical	Calm	0.0-0.2	<1	0
1	Fumul se ridică aproape vertical, frunzele se mişcă prea puţin. Girueta este staţionară.	Mişcare slabă a acrului	0.3-1.5	1-5	0.9
2	Adierea se simte pe obraji, frunzele tremură. Girueta se pune în mişcare.	Adiere	1.6-3.3	6-11	2.4
3	Întreţine mişcarea continuă a frunzelor arborilor sau tufişurilor, încreţeşte uşor suprafaţa apelor stătătoare.	Vânt slab	3.4-5.4	12-19	4.4
4	Mişcă ramurile mici ale arborilor, ridică praful şi bucăţile de hârtie.	Vânt potrivit	5.5-7.9	20-28	6.7
5	Mişcă ramurile mai mari ale arborilor, determină mici valuri pe apele stătătoare.	Vânt tăricel	8.0-10.7	29-38	9.3
6	Mişcă ramuri mai groase sau arbori mai mici, începe să fie auzit din casă, determină valuri pe apele stătătoare care pe alocuri prezintă spumă pe creastă, mişcarea firelor telefonice devine vizibilă şi este însoţită de şuerat. Folosirea umbrelelor devine dificilă.	Vânt tare	10.8-13.8	39-49	12.3
7	Mişcă arbori de dimensiuni potrivite, face valuri pe apele stătătoare cu creste spumegânde, mersul împotriva vântului se face cu greutate.	Vânt foarte tare	13.9-17.1	50-61	15.5
8	Mişcă arbori mai mari , rupe ramuri sau crengi de mărimi mici. Mersul omului contra vântului se face cu foarte mare greutate.	Vânt violent	17.2-20.7	62-74	18.9
9	Aruncă lucruri uşoare de pe acoperişuri (ţigle, olane), rupe crengi de mari dimensiuni.	Vânt foarte violent	20.8-24.4	75-88	22.6
10	Dezrădăcinează arbori, descoperă case, dărâmă coşuri.	Furtuna	24.5-28.4	89-102	26.4
11	Produce stricăciuni mari, deteriorează construcţiile în ansamblul lor.	Furtuna foarte violentă	28.5-32.6	103-117	30.5
12	Produce ravagii de mari proporţii	Uragan	≥32.7	≥118	≥34.8

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p. 48.

11.2.2 Aparate înregistratoare

Aparatele înregistratoare pentru vânt se împart în două categorii: aparate înregistratoare pentru viteza vântului (anemograful cu contact electric, anemograful electromagnetic, anemograful şi electrocinemograful) şi aparate înregistratoare pentru viteza şi direcţia vântului (anemogirueta, anemograful manometric etc.)

Nu insistăm asupra descrierii acestor aparate, deoarece, în prezent, sunt aproape inexistente în reţeaua naţională de staţii meteorologice.

Anemograful cu contact electric J. Richard (fig. 79) este cel mai răspândit şi cuprinde următoarele părţi componente:

Receptorul este format dintr-un sistem de cupe asemănător celui întâlnit la anemometre.

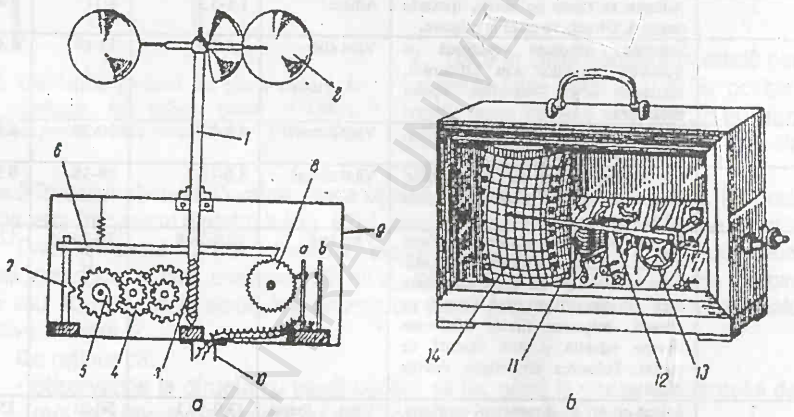


Fig. 79. Anemograful cu contact electric Richard: a. Transmiţătorul; b. Înregistratorul; 1. Ax; 2. Cupe; 3. Şurub fără sfârşit; 4. Roţi dinţate; 5. Camă; 6-7. Pârghii; 8. Roată dinţată; 9. Cutia protectoare; 10. Tub metalic; 11. Electromagneţi; 12. Braţul peniţei; 13. Roată dinţată; 14. Tamburul cu anemograma (sursa: Gh. Pleşca, *Lucrări practice de meteorologie*, 1968, p. 204)

Transmiţătorul este alcătuit din trei roţi dinţate şi o pârghie cu cioc care face legătura cu bornele prin intermediul unei a patra roţi dinţate. Cele trei rotiţe dinţate sunt legate de receptor prin intermediul unui şurub elicoidal în formă de melc (şurub fără sfârşit) aflat la baza axului vertical pe care sunt fixate ele. Sub acţiunea vântului, sistemul de cupe se roteşte solidar cu axul vertical care antrenează prin intermediul melcului cele trei roţi dinţate. Pe ultima dintre acestea este fixată o camă de metal care se roteşte o dată cu ea. La fiecare rotaţie a roţii corespunzătoare distanţei de 1km parcurs de vânt, cama de metal atinge proeminenţa de pe braţul pârghiei de transmisiei şi obligă capătul ascuţit al acestuia (are formă de cioc) să înainteze cu un

pas pe rotiţa dinţată, apropiind între ele cele două lame de contact ale circuitului electric. Capetele lamelor sunt în legătură cu înregistratorul şi cu sursa de alimentare prin intermediul a două borne de contact şi a două fire electrice.

Înregistratorul este alcătuit din doi electromagneţi care se magnetizează atunci când se face contactul dintre lame şi printr-un sistem de pârghii şi angrenaj de rotiţe dinţate mişcă braţul peniţei înregistratoare care înscrie pe anemogramă drumul parcurs de vânt printr-o linie ascendentă la fiecare kilometru parcurs. Când peniţa ajunge la limita superioară a diagramei, ea scade automat la zero, după care înregistrarea se reia. Cu ajutorul curbei înregistrate se poate calcula numărul de kilometri parcurşi de vânt în 24 de ore şi viteza sa medie (Fărcaş, 1987).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

12. VIZIBILITATEA METEOROLOGICĂ

12.1 Generalităţi

Vizibilitatea meteorologică reprezintă starea optică a atmosferei şi se defineşte prin distanţa maximă la care un obiect având caracteristici definite poate fi identificat şi văzut cu uşurinţă. Starea optică a atmosferei este determinată de starea timpului care schimbă condiţiile de transparenţă a atmosferei, vizibilitatea diferitelor obiecte depinzând de transparenţa aerului, culoarea, dimensiunile, gradul de iluminare şi de depărtare a lor de la punctul de observaţie.

În funcţie de unghiul sub care se determină, vizibilitatea poate fi orizontală, oblică şi verticală.

Vizibiltatea orizontală - pe timp de zi - reprezintă distanţa cea mai mare la care un obiect negru poate fi văzut şi identificat pe fondul cerului la orizont, iar pe *timp de noapte* reprezintă cea mai mare distanţă la care un obiect negru cu dimensiuni unghiulare determinate, poate fi văzut şi identificat, cu condiţia ca iluminarea generală să fie crescută până la atingerea intensităţii normale a luminii de zi;

Vizibilitatea oblică este distanţa maximă la care un observator poate vedea şi identifica un obiect situat la altă înălţime şi pe altă verticală decât observatorul. Ea este mai mică decât vizibilitatea orizontală, deoarece transparenţa atmosferei creşte cu înălţimea,iar obiectele sunt văzute având pământul, ca suport de referinţă, în spate.

Vizibilitatea verticală este distanţa maximă la care un observator poate vedea şi identifica, în timpul zilei, un obiect pe care îl observă pe verticala pe care se situează el însuşi, având Soarele în spate. Este distanţa deasupra solului la care un balon-pilot ce se ridică vertical ziua, nu se mai vede.

La staţiile meteorologice se determină numai vizibilitatea orizontală, în timp ce vizibilitatea oblică, vizibilitatea verticală şi vizibilitatea în lungul pistei (deschiderea orizontului vizual sub care se vede pista de aterizare-decolare) se determină numai la aeroporturi cu ajutorul unor aparate speciale (vizibilometru, vizibilograf).

12.2 Determinarea vizuală a vizibilităţii orizontale

Vizibilitatea orizontală se apreciază vizual, la termenele climatologice şi pentru a se evita posibilele erori se vor lua în considerare obiectele de culoare închisă, de mari dimensiuni, situate la distanţe standard.

Noaptea vizibilitatea obiectelor de culoare închisă depinde, în mare măsură, de gradul de iluminare al regiunii care denaturează vizibilitatea meteorologică, motiv pentru care în această situaţie se fac observaţii asupra vizibilităţii luminilor. Valoarea vizibilităţii, noaptea, indică pentru transparenţa existentă la ce distanţă ar putea fi văzut un corp mare, absolut negru, dacă în loc de noapte ar fi fost zi.

Aprecierea vizibilităţii orizontale se face după o *scară cu 10 trepte* (grade), alese pentru eliminarea posibilelor erori, respectiv fiecare treaptă reprezintă un interval în limitele căruia se situează valoarea reală a vizibilităţii, mărimea acestor intervale crescând odată cu creşterea cifrei de cod.

Pentru determinarea vizuală a *vizibilităţii orizontale ziua*, la fiecare staţie trebuie să existe cât mai multe repere, circa nouă, de culoare închisă, aşezate la

diferite distanţe, iar pentru observaţiile de noapte, trebuie să se aleagă cât mai multe repere luminoase (9-12) (se recomandă găsirea unor repere).

La alegerea reperelor după care se determină vizibilitatea se are în vedere existenţa a cel puţin unui reper corespunzător fiecărei trepte de vizibilitate şi să fie situate în aşa fel, încât să ocupe întregul orizont vizibil al staţiei, iar locul de pe care se fac observaţiile trebuie să permită observarea întregului orizont vizibil al staţiei (toate reperele).

Tabelul 15. Abaterile admise pentru distanţe până la reper

Distanţele standard până la reper	Distanţele admise de la ...până la...
50 m	40 – 60 m
200 m	106 – 240 m
500 m	400 – 600 m
1 km	0,8 – 1,2 km
2 km	1,6 – 2,4 km
4 km	3,2 – 4,8 km
10 km	8 – 12 km
20 km	16 -24 km
50 km	40 – 60km

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p. 108.

Aprecierea în grade a vizibilităţii orizontale se face cu ajutorul reperelor aflate la distanţe de 50, 200, 500 m şi 1, 2, 4, 10, 20 şi 50 km de la locul observaţiei. Distanţele până la reper pot să difere de distanţele standard cu cel mult 20%, ele situându-se în limitele indicate în tabelul 15. Reperele de vizibilitate trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- să fie de culoare închisă şi să nu-şi schimbe strălucirea în cursul anului;
- să se proiecteze pe fondul cerului, munţilor, pădurilor etc, dar numai atunci când ele au contururi clare şi când fondul este situat la o distanţă de două ori mai mare decât distanţa obiectului de la locul de observare;
- să fie vizibil de la locul de observaţie sub un unghi de cel puţin 5-6^0 faţă de orizont.

Unele obiecte care, într-o vizibilitate perfectă pot fi văzute clar de la distanţe mari, vor fi luate în considerare numai pentru anumite limite. De exemplu, un stâlp de telefon se poate vedea într-o vizibilitate perfectă de la mare distanţă, ca reper va fi folosit numai pentru distanţele de 50 şi 200 m; o clădire izolată (fără etaj) sau un copac mare izolat se poate folosi ca reper de vizibilitate pentru cel mult 1 km.

Pentru observaţiile de noapte, se aleg ca repere surse luminoase izolate care trebuie să fie cât mai punctiforme, să nu prezinte efecte de difuzie şi să nu radieze lumină monocromatică.

Distanţa până la repere se măsoară cu ruleta, dacă sunt situate până la 1 km şi cu teodolitul, telemetrul sau cartografic, dacă sunt situate la distanţe mai mari de 1 km, cu o eroare de maxim 5%.

Fiecare reper se numerotează indicându-se pentru ce grad de vizibilitate este folosit, iar după alegerea reperelor şi determinarea distanţelor la staţii se va întocmi schema reperelor de vizibilitate (fig.83) care va fi afişată în biroul staţiei.

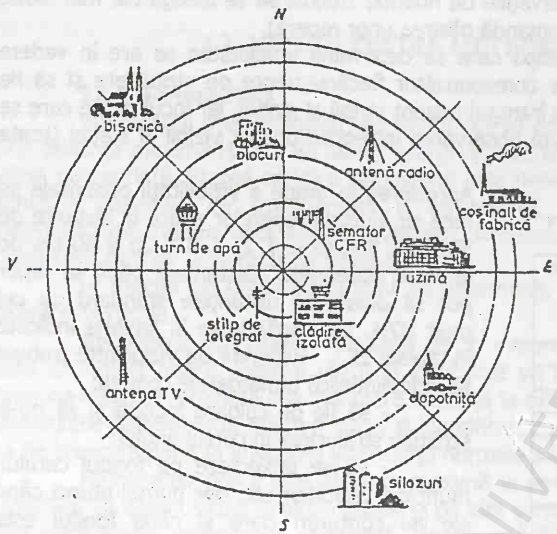


Fig. 83. Schema reperelor de vizibilitate (sursa: I.N.M.H., *Instrucțiuni pentru stațiile meteorologice*, 1995, p. 109)

Schema reperelor de vizibilitate va fi însoțită de un tabel cu descrierea reperelor în ordinea crescândă a distanțelor. *Exemplu:* dacă la o stație s-au ales ca repere un stâlp de telegraf, un semafor CFR, o clădire izolată, un turn de apă etc., descrierea lor se va face după modelul din tabelul 16.

Pentru reperele folosite la determinarea vizibilității în cursul nopții se va întocmi o schemă și un tabel separat, după modelul celor de zi.

Sunt considerate repere vizibile acelea care pot fi distinse pe fondul cerului sau al aerului cețos chiar sub forma unei pete slab vizibile.

Tabelul 16. Descrierea reperelor pentru determinarea vizibilității

Denumirea reperelor	Nr. de ordine al reperelor	Limita interv. de vizibilit. det. cu ajutorul reperelor	Direcția în care se găsesc reperele	Distanța reală până la repere	Caracteristica reperelor	Fondul pe care se proiect. reperele
Stâlp de telegraf	1	50 m	SSV	45 m	Cenușiu închis	Pe fondul cerului
Semafor C.F.R.	2	200 m	NE	185 m	Stâlp de culoare gri deschis cu semafoare negre	Pe fondul cerului
Clădire izolată	3	500 m	SE	460 m	Verde deschis	Pe fondul pădurii situată la 1 km
Turn de apă	4	1 km	VNV	1,05 Km	Gri deschis cu acoperiș de țiglă	Pe fondul cerului

Sursa: I.N.M.H., *Instrucțiuni pentru stațiile meteorologice*, 1995, p. 109.

Efectuarea observațiilor

Efectuarea observațiilor asupra vizibilității se face vizual, în acest sens observatorul trebuie să iasă cu 10 minute mai devreme din clădirea stației, pentru a permite ochiului adaptarea la mediu.

Noaptea se vor stinge luminile din vecinătatea observatorului (pe o rază de 50 m). Dacă acest lucru nu este posibil, observatorul se va plasa în aşa fel, încât sursele de lumină să fie în spatele său. El va face observaţiile având schema reperelor de vizibilitate în mână şi va identifica în teren cel mai îndepărtat reper trecut pe schemă, analizând claritatea cu care acesta se distinge. Dacă nu poate fi identificat sau distins clar, va trece la următorul (de la cel mai îndepărtat la cel mai apropiat) până la găsirea reperului clar, care va fi folosit la determinarea vizibilităţii, respectiv distanţa până la el constituind vizibilitatea orizontală, codificarea făcându-se conform tabelului 17.

Tabelul 17. Codificarea vizibilităţii orizontale

Cifra de cod	Reperul se află la distanţa:	
	Vizibil	Invizibil
90	< 50m	50m
91	50 m	200 m
92	200 m	500 m
93	500 m	1 km
94	1 km	2 km
95	2 km	4 km
96	4 km	10 km
97	10 km	20 km
98	20 km	50 km
99	≥ 50 km	-

Sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p. 110, cu modificări.

Dacă pentru aceeaşi treaptă de vizibilitate în câmpul vizual sunt mai multe repere în direcţii diferite, se vor identifica şi acestea. Dacă unul dintre ele nu se distinge clar, înseamnă că în direcţia respectivă vizibilitatea este mai redusă şi trebuie analizate reperele corespunzătoare treptei următoare.

Dacă staţia are doar un singur reper pentru fiecare treaptă, pentru a se asigura că nu există vizibilităţi mai reduse, observatorul va analiza întregul câmp vizual.

Noaptea, observaţia se efectuează la fel ca ziua folosindu-se sursele luminoase care, dacă nu au aspect punctiform, ci de pată difuză, nu pot fi considerate că se disting clar.

În cazul în care în câmpul vizual al staţiei, pentru anumite trepte de vizibilitate nu există surse luminoase, se pot folosi alte corpuri, cu condiţia ca iluminate natural să aibă contururi clare.

În situaţia vizibilităţii mari, lipsind reperele, observatorul va folosi ultimul reper existent, analizând în funcţie de celelalte fenomene meteorologice şi gradul de vizibilitate existent.În cazul vizibilităţii reduse, în lipsa reperelor de vizibilitate pentru una sau mai multe trepte, această apreciere se face pe baza reperelor alăturate existente şi pe baza fenomenelor meteorologice.

13. FENOMENE METEOROLOGICE

13.1. Definiţie şi clasificare

Meteorul este un fenomen observat în atmosferă sau la suprafaţa solului şi poate fi constituit dintr-o precipitaţie, suspensie, o depunere de particule lichide sau solide, apoase sau neapoase sau poate consta dintr-o manifestare de natură optică sau electrică.

În funcţie de natura particulelor constituiente sau de natura proceselor fizice care intervin la formarea lor, fenomenele meteorologice se împart în cinci grupe: hidrometeorii, litometeorii, fotometeorii, electrometeorii şi fenomene diverse.

Fiecare fenomen meteorologic este simbolizat printr-un semn convenţional, conform tabelului 18 şi anexei 2, în care sunt prezentate şi cele referitoare la nebulozitate şi presiune.

Tabel 18. Semnele convenţionale pentru fenomenele meteorologice

Denumirea meteorului	Simbolul
Hidrometeori	
Ploaie	•
Aversa de ploaie	▽
Burnita	,
Ninsoare	*
Aversa de ninsoare	▽
Lapovita	⁎
Aversa de lapovita	▽
Mazariche moale	⅄
Mazariche tare	△
Zapada grauntoasa	⊥
Granule de ghcata	⅄
Grindina	▲
Ace de ghcata	↔
Aer ceţos	=
Ceata joasa	≡
Ceata la distanta (sau in campul vizual)	(≡)
Ceata in banculi	≡
Ceata cu cer vizibil (la statie)	≡
Ceata cu cer invizibil (la statie)	≡
Ceata inghetata cu cer invizibil (la statie)	≡
Ceata inghetata cu cer vizibil (la statie)	≡
Transport de zapada la sol	⇜
Viscol (transport de zapada la inaltime)	⇝
Roua	⊥
Bruma	⊔
Chiciura moale	V

Chiciură tare	▲
Chiciură transparentă	▲
Polei	S
Trombă	✕

Litometeorii

Pâclă	∞
Suspensie de praf sau de nisip	S
Fum	≀
Transport de praf sau de nisip la sol	≋
Transport de praf sau de nisip la înălțime	≋
Furtuna de praf sau de nisip	≋
Perdea de praf sau de nisip	≋
Vârtej de praf sau de nisip	ε

Fotometeorii

Halo solar	⊕
Halo lunar	⊕
Coroana solară	⊖
Coroana lunară	⊖
Irizații	⊘
Glorie	⊘
Curcubeu	◠
Miraj	⊐

Electrometeori

Fulger	↘
Tunet	⊤
Oraj	⊼
Aurora polară	⁂

Fenomene diverse

Vânt tare	⟑
Vijelie (gren)	▽

Sursa: I.N.M.H., *Instrucțiuni pentru stațiile meteorologice*, 1995, p. 87-88

BCU IAȘI CENTRALĂ UNIVERSITARĂ LIBRARY

13.2. Observaţii şi măsurători speciale asupra depunerilor de gheaţă pe conductorii aerieni

13.2.1. Generalităţi

Prin *depuneri de gheaţă pe conductorii aerieni* se înţelege acoperirea acestora cu gheaţă de diferite feluri: polei, chiciură tare, chiciură moale, lapoviţă şi ninsoare care îngheaţă.

În general, aceste depuneri se formează prin:

- îngheţarea (sublimarea) apei suprarăcite existentă în aer sub formă de ceaţă, aer ceţos, burniţă sau ploaie;
- aderarea şi îngheţarea fulgilor de zăpadă sau a lapoviţei;
- îngheţarea stropilor fini de apă aduşi de vânt de pe un bazin aeratic apropiat (mare, lac, râu), iar mărimea şi densitatea lor depinde de:
- dimensiunile picăturilor suprarăcite;
- intensitatea fenomenelor (ceaţă, ploaie, lapoviţă, zăpadă);
- temperatura şi umezeala aerului;
- direcţia şi viteza vântului.

În funcţie de modificarea condiţiilor atmosferice, depunerile de gheaţă pe conductori pot fi *simple* (când tot stratul de gheaţă a rezultat din acţiunea unui singur fenomen) sau *mixte* (când gheaţa este formată din două sau mai multe straturi de depuneri simple).

De exemplu, peste stratul de polei se poate depune un strat de chiciură tare sau peste lapoviţa îngheţată pot cădea şi îngheţa fulgii de zăpadă. De asemenea, o dată cu *scăderea* temperaturii şi vitezei vântului, chiciura tare se transformă în chiciură moale, iar aceasta, o dată cu *creşterea* temperaturii (până la 0^0C) şi a măririi picăturilor de ceaţă, se transformă în polei.

13.2.2. Aparate şi instrumente utilizate pentru determinarea depunerilor de gheaţă

Observaţiile asupra depunerilor de gheaţă pe conductorii aerieni se fac cu ajutorul unei instalaţii numite chiciurometru, iar pentru înregistrarea continuă a depunerilor se foloseşte chiciurograful.

Chiciurometrul (fig.84) este o instalaţie compusă din 3 stâlpi de lemn cu diametrul de 9 cm sau ţevi metalice cu diametrul de 5 cm, cu înălţimea de 325 cm, fixaţi vertical în sol (la adâncimea de 100 cm) astfel încât să formeze un unghi drept cu vârful orientat spre sud-vest. Laturile care îl formează sunt orientate nord-sud şi est vest. Latura orientată est-vest a chiciurometrului trebuie să se afle în prelungirea liniei pe care sunt instalate giruetele (pentru evitarea confuziilor stâlpul de nord se marchează cu litera N, iar pe cel de est, litera E). Pe stâlpi sunt instalate 3 perechi de conductori (ficşi, mobili şi suplimentari), respectiv bucăţi de sârmă de oţel cu diametrul de 5 mm şi lungimea de 90 cm, capetele lor fiind îndoite şi prinse pe suporturi speciale fixate pe stâlpi la distanţă de 30 cm unul faţă de altul.

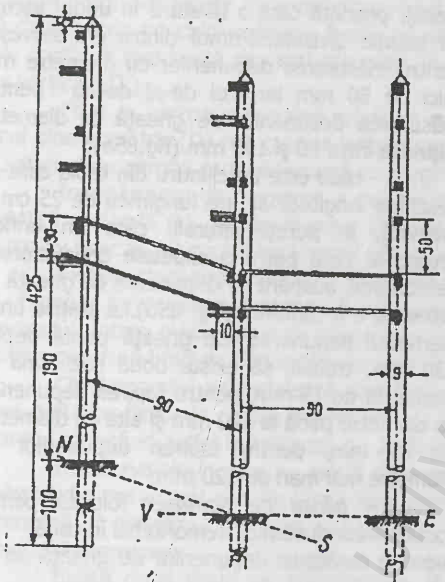


Fig. 84. Chiciurometrul (sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p.156)

Astfel, conductorii orientaţi de la nord la sud se numesc meridionali şi se notează cu "M", iar cei îndreptaţi de la est la vest sunt denumiţi longitudinali şi se notează cu "E".

În total, pe stâlpii chiciurometrului se instalează trei perechi de conductori, după cum urmează:

- prima pereche denumită *conductori ficşi,* la înălţimea de 190 cm faţă de sol (în suporţi ficşi);
- a doua pereche denumită *conductori mobili* (demontabili), la înălţimea de 220 cm (în suporţi scurţi);
- a treia pereche denumită *conductori suplimentari,* la înălţimea de 240 cm (în suporţi lungi).

În prezenţa stratului de zăpadă cu grosime cuprinsă între 50 şi 100 cm, conductorii se mută la înălţimi mai mari şi anume: perechea de conductori ficşi la înălţimea de 240 cm (în suporţi lungi), perechea de conductori mobili, la înălţimea de 270 cm (în suporţi scurţi), perechea de conductori suplimentari, la înălţimea de 290 cm (în suporţi lungi).

Dacă depunerea se formează în prezenţa unui strat de zăpadă ce depăşeşte 100 cm, conductorii ficşi se mută la înălţimea de 290 cm (suporţi lungi), iar cei mobili la înălţimea de 320 cm (suporţi scurţi). Perechea de conductori suplimentari se va muta în acest caz la un nivel mai jos, adică la 270 cm (suporţi scurţi).

La staţiile de munte, în lunile în care se cunoaşte că stratul de zăpadă poate depăşi 1 m, de la început observaţiile se vor efectua la conductorii de la înălţimea de 240-270 cm, iar cei suplimentari la 290 cm.

Conductorii se instalează numai în perioada rece a anului, în rest ei se păstrează în magazia staţiei, după ce au fost daţi cu vaselină pentru a nu se oxida.

Chiciurometrul mai cuprinde o serie de piese auxiliare, folosite la determinări, cum sunt:

- *şublerul*;

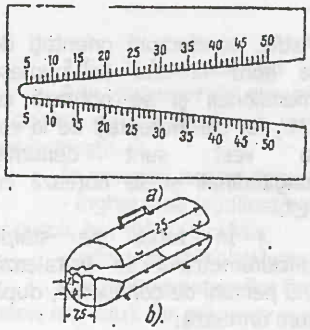


Fig.985 Piesele auxiliare ale chiciurometrului: a) şablonul Ponomarev; b) cada (sursa: V. Belozerov, I. Fărcaş, *Îndrumător pentru lucrările practice de meteorologie-climatologie*, 1971, p.157).

- *şabloanele Ponomarev* confecţionate din material plastic transparent, aluminiu sau placaj, prezintă câte o tăietură în unghi ascuţit cu laturile divizate. Primul dintre ele serveşte pentru măsurarea depunerilor cu diametre mai mici de 50 mm iar, cel de-al doilea pentru măsurarea depunerilor de gheaţă cu diametre cuprinse între 50 şi 100 mm (fig.85a);

- *cada* este un cilindru din tablă care se deschide longitudinal, are lungimea de 25 cm şi prezintă, în pereţii laterali, câte un orificiu rotund în care pătrund capetele conductorului demontabil, acoperit cu depunerile de gheaţă ce urmează a fi cântărite (fig. 85b).La staţiile unde diametrul depunerilor de gheaţă poate depăşi 120 mm, trebuie să existe două căzi: una cu diametrul de 15 mm, pentru topirea depunerilor cu diametre până la 120 mm şi alta cu diametrul de 25 mm, pentru topirea depunerilor cu diametre mai mari de 120 mm;

- *pânza de bomfaier* folosită pentru tăierea depunerilor solide, în scopul introducerii conductorilor demontabili în cadă;

- *cleştele patent şi cârligul* servesc la curăţarea depunerilor de gheaţă de pe conductori.

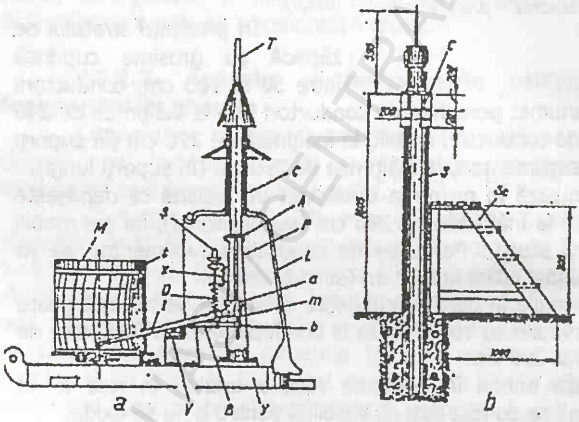


Fig. 86. Chiciurograful M28: a) vedere de ansamblu; b) mod de instalare (sursa: S. Ciulache, *Meteorologie-manual practic*, 1973, p.431).

Chiciurograful se foloseşte pentru înregistrarea continuă a depunerilor de gheaţă pe conductorii aerieni aerieni, în România cel mai des răspândit fiind tipul M-28 (fig.86), de construcţie sovietică, a cărui funcţionare se bazează pe măsurarea depunerilor de chiciură formate pe o tijă verticală (T). Aceasta pătrunde într-un cilindru protector (C) fixat de o piesă metalică rezistentă (p). Extremitatea inferioară a tijei metalice (T) are forma unui cuţit de

balanţă (m) care se sprijină mobil pe braţul principal (B) al sistemului pârghiilor de transmisie.

Prin intermediul unei articulaţii metalice (a), sistemul respectiv se cuplează cu ajutorul pârghiilor legate de arcul dinamometric (D) şi pârghia peniţei înregistratoare (I) care înscrie pe chiciurograma fixată pe cilindrul cu mecanism de ceasornic (M), o linie continuă mai înaltă sau mai coborâtă, în funcţie de greutatea chiciurii depuse pe tija verticală (T).

Fixat la partea superioară printr-un şurub de reglare (S) şi un distanţier (X), arcul dinamometric (D) are capătul inferior cuplat prin mijlocirea braţului orizontal (B), la sistemul de pârghii care se termină cu pârghia peniţei înregistratoare (I).

Îndepărtarea de diagramă a peniţei înregistratoare se realizează cu o vergea metalică verticală (t), iar diminuarea vântului asupra înregistrărilor, cu ajutorul unui dispozitiv special (V) cuplat la sistemul pârghiilor de transmitere.

Piesele chiciurografului sunt fixate pe o placă metalică groasă (y) şi protejate de un capac format dintr-o parte fixă (L) şi una mobilă care permite accesul la piesele aparatului. Întreg mecanismul de transmisie al balanţei este protejat de o cutie închisă ermetic pentru a-l feri de depunerile de gheaţă.

Chiciurografuł se instalează prin înşurubare, pe o consolă formată din două lame metalice fixate la partea superioară a unui stâlp (S) cu înălţimea de 1285 mm, aparatul ajungând astfel la înălţimea de 2200 mm deasupra solului.

În intervalele în care nu există depuneri de chiciură, diagramele aparatului se schimbă din trei în trei zile. Pe lângă înregistrarea greutăţii depunerilor de chiciură se determină şi diametrul acestora (cu precizia de ±1 mm), folosindu-se şublerul sau şablonul Ponomarev.

Există două tipuri de chiciurografe M-28: unul care permite înregistrări ale greutăţii depunerilor de chiciură între 2 şi 100 g (cu diagrama divizată din 4 în 4 g) şi altul care permite înregistrări ale greutăţii depunerilor de chiciură între 5 şi 300 g (cu diagrama divizată din 10 în 10 grame) (Ciulache, 1973).

13.2.3. Efectuarea observaţiilor asupra depunerilor de gheaţă

În perioada rece a anului, când condiţiile meteorologice sunt favorabile, au loc depuneri succesive de gheaţă, un caz de depunere fiind considerat din momentul apariţiei şi până în momentul dispariţiei gheţii de pe conductori, durata lui putând varia de la câteva zeci de minute până la un număr *n* de zile. Momentul apariţiei depunerii este atunci când gheaţa se depune pe unul din conductori, iar cel al dispariţiei este atunci când depunerea nu mai există pe unul din conductori.

Un caz de depunere a gheţii pe conductorii chiciurometrului parcurge trei stadii: de creştere, de menţinere şi de dispariţie. În cursul aceluiaşi caz de depunere, unele din aceste stadii se pot repeta, durata fiecărui stadiu putând varia de la câteva minute până la câteva zile.

a) *Stadiul de creştere* reprezintă perioada de la apariţia depunerii, în care se observă acumularea continuă a gheţii pe conductori. Primul stadiu de creştere presupune acoperirea conductorilor cu un singur fel de depunere şi, mai rar, cu două feluri cum este cazul ninsorii: se depune zăpada, iar prezenţa ceţii favorizează şi

depunerea de chiciură. Mărimea creşterii depunerii în timp depinde de felul depunerii (polei, chiciură tare, chiciură moale, lapoviţă sau zăpadă) şi de evoluţia unor elemente meteorologice. Dacă în stadiul de creştere a unor depuneri apar distrugeri sau scuturături parţiale determinate de vânt, ele nu vor fi considerate drept stadiu de descreştere.

b) *Stadiul de menţinere* este perioada în care depunerea nu îşi schimbă forma şi dimensiunile. El poate fi observat între două stadii de creştere sau după încetarea creşterii şi înainte de începutul descreşterii. Sub acţiunea vântului (şlefuire) depunerea îşi poate modifica forma care nu trebuie considerată stadiu de descreştere.

c) *Stadiul de descreştere şi dispariţie* este perioada de diminuare treptată a dimensiunilor depunerii gheţii pe conductorii chiciurometrului, până la dispariţie totală a acestuia. Descreşterea şi dispariţia depunerii se produc mai lent, prin evaporare şi topire, sau mai brusc prin căderea gheţii sub propria greutate ori din cauza vântului.

Observaţiile asupra depunerilor de gheaţă pe conductorii chiciurometrului se fac în timpul rondului preliminar, după timpul solar mediu local, ziua considerându-se între orele 0 şi 24.

În timpul unui caz de depunere, perechile de conductori se folosesc astfel:

- pe cei ficşi se urmăreşte evoluţia în timp, prin măsurarea depunerilor;
- pe cei mobili se determină dimensiunea şi greutatea depunerilor la sfârşitul perioadei de creştere şi începutul stadiului de menţinere;
- pe conductorii suplimentari se urmăreşte mersul depunerii.

În timpul unui caz de depunere se execută *observaţii continue*, oră de oră, în *diferite momente caracteristice* ale evoluţiei depunerii şi la *termenele climatologice*.

Observaţiile continue presupun urmărirea evoluţiei depunerii cu ajutorul conductorilor suplimentari, prin curăţarea oră de oră a unei porţiuni de 20 cm de la marginea conductorilor dinspre stâlpul din vârful unghiului drept şi prin stabilirea prezenţei sau absenţei şi felului depunerii în intervalul orar precedent. Curăţarea se face cu un cârlig sau cu cleştele patent dacă depunerea este densă.

Observaţiile şi măsurătorile care se efectuează în diferite momente caracteristice ale evoluţiei depunerii constă în:

La *începutul* cazului de depunere:

- examinarea vizuală a conductorilor;
- determinarea felului depunerii;
- curăţarea de gheaţă a conductorilor suplimentari (20 cm);
- observaţii şi măsurători asupra elementelor şi fenomenelor meteorologice (grosimea stratului de zăpadă, nebulozitatea, fenomene meteorologice, direcţia şi viteza vântului, temperatura aerului).

La *momentul de încetare a stadiilor de creştere şi de începere a celor de menţinere*:

- examinarea conductorilor şi curăţarea de gheaţă a celor suplimentari (20 cm);
- observaţii şi măsurători asupra elementelor şi fenomenelor meteorologice;
- măsurarea dimensiunilor depunerilor pe conductorii ficşi şi mobili;

- efectuarea observaţiilor pentru determinarea greutăţii depunerii;
- instalarea conductorilor de rezervă în locul celor scoşi (pe poziţia celor mobili).

La sfârşitul cazului de depunere (dispariţia totală);
- examinarea conductorilor;
- observaţii şi măsurători asupra elementelor şi fenomenelor meteorologice.

La începutul unei noi faze de depunere şi la termenele climatologice de la apariţia şi până la dispariţia depunerii presupun:
- examinarea conductorilor şi curăţarea celor suplimentari;
- determinarea felului depunerii;
- măsurarea dimensiunilor şi depunerilor pe cei ficşi;
- observaţii şi măsurători asupra elementelor şi fenomenelor meteorologice.

În cazuri excepţionale, când depunerea s-a scuturat parţial sau a căzut brusc de pe conductori, indiferent de stadiul în care se află cazul de depunere se vor efectua măsurători orare până la termenul climatologic următor asupra dimensiunilor depunerilor pe conductorii ficşi şi asupra elementelor şi fenomenelor meteorologice.

Dimensiunile depunerilor de gheaţă se măsoară pe conductorii ficşi la termenele climatologice la începutul unei noi faze de depunere, precum şi la ambele perechi de conductori (ficşi şi mobili), la momentele de încetare a stadiilor de creştere şi de începere a celor de menţinere. Grosimea depunerilor de gheaţă se exprimă prin două mărimi: diametrul mare şi diametrul mic, măsurate în mm, pe două direcţii perpendiculare.

Diametrul mare reprezintă *extinderea maximă* a depunerii *în jurul conductorului* inclusiv diametrul conductorului, chiar dacă depunerea nu înconjoară tot conductorul. Dacă depunerea de gheaţă este inapreciabilă (sub 0,5 mm), diametrul mare se va nota cu 5, situaţia urmând a fi menţionată la rubrica "Observaţii".

Diametrul mic reprezintă extinderea maximă a depunerii *perpendiculară* pe direcţia principală a creşterii ei (pe diametrul mare).

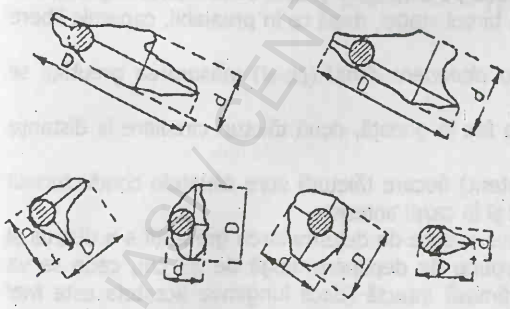


Fig.87. Formele de depunere şi schemele de măsurare a dimensiunilor lor (sursa: I.N.M.H., *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, 1995, p.116).

Diametrele se măsoară aproximativ la mijlocul conductorului, dar porţiunile cu extindere maximă se aleg astfel încât să se omită proeminenţele izolate (ace, turtiri etc.) respectiv cele distanţate cu *mai mult de 2 cm* una de alta.

Diametrul mare nu poate fi niciodată mai mic decât diametrul mic, ele pot fi cel mult egale (dacă depunerea are secţiune rotundă), iar diametrul

mic poate fi mai redus decât diametrul conductorului (dacă depunerea este redusă şi numai pe o parte a conductorului), situaţia menţionându-se la rubrica "Observaţii".

Manşonul de gheaţă depus pe conductori poate avea diferite forme, măsurarea diametrelor trebuind să se facă atent, după examinarea întregii depuneri pe conductori (fig.87).

Măsurarea dimensiunilor depunerii se face cu ajutorul şublerului astfel: se desface cursorul, aşa încât deschiderea şublerului să fie mai mare decât grosimea depunerii, apoi se apropie cursorul până când şublerul cuprinde exact depunerea, după care se citeşte pe vernier diametrul depunerii în mm, cu precauţie pentru a nu scutura depunerea de pe conductori.

Dacă pe conductorii ficşi şi mobili depunerea este deteriorată pe porţiuni din mijlocul lor, cele două măsurători se vor executa acolo unde manşonul de gheaţă este mai puţin distrus.

Greutatea depunerilor de gheaţă se determină numai în momentele de încetare a stadiilor de creştere şi de începere a celor de menţinere pe unul dintre conductorii mobili şi se exprimă în grame pe metru liniar de conductor.

Pentru determinarea greutăţii depunerilor de gheaţă, se foloseşte volumul de apă rezultat din topirea depunerii (1 cm^3 de apă distilată cântăreşte un gram), sens în care se disting următoarele etape:

① Se alege conductorul *mobil* pe care s-a constatat *cea mai mare valoare a diametrului mare* şi se ia (de la mijlocul lui) o porţiune cu ajutorul unei căzi cu lungimea de 25 cm.

Dacă pe conductor se găseşte o *depunere afânată* (chiciură moale), se procedează astfel: se poziţionează sub conductor cada deschisă, după care se apropie de conductor de jos în sus, astfel încât acesta să intre în scobiturile pereţilor laterali ai căzii. Se închide capacul, se fixează cada pe conductor şi apoi conductorul împreună cu cada se scot de pe suporţi, se duc în biroul staţiei, după ce în prealabil, capetele libere ale conductorului au fost curăţate.

Dacă pe conductor se află o *depunere densă* (polei) măsurarea greutăţii se face astfel:

- cu o pânză de bomfaier se fac în gheaţă, două tăieturi circulare la distanţe egale de capetele conductorului;
- se lărgeşte (cu cleştele patent) fiecare tăietură spre capetele conductorului cu 2 cm, după care se procedează ca şi în cazul anterior.

Dacă o parte din stratul depus înainte de determinarea greutăţii s-a distrus şi pe conductor nu a rămas nici o porţiune de depunere lungă de 25 cm, cada se va prinde pe cea mai lungă porţiune rămasă intactă (dacă lungimea acesteia este mai mică de 10 cm, greutatea depunerii nu se mai determină).

② După ridicarea conductorului pentru determinarea greutăţii se înlocuiesc ambii conductori mobili (N şi E) cu cei de rezervă.

③ Se aşază cada cu conductorul ridicat în biroul staţiei, iar după topirea depunerii se deschide capacul căzii şi se scutură în ea picăturile de apă de pe conductor (topirea gheţii nu trebuie accelerată artificial deoarece se pot produce pierderi de apă prin evaporare).

④ Apa rezultată din topire se toarnă în eprubeta pluviometrică la care se citeşte numărul de diviziuni indicat de volumul apei (o diviziune = 0,1 mm).

⑤ Se determină depunerea pe metru liniar de conductor, conform relaţiei:

$$G = \frac{200 * Nd}{L} (g/m),$$

în care:

G = greutatea depunerii de gheaţă pe un metru liniar de conductor;

Nd = numărul de diviziuni ale eprubetei (1 diviziune = 0,1 mm) dat de nivelul apei rezultat din topirea depunerii;

L = lungimea în centimetri a porţiunii de conductor de pe care s-a luat depunerea (I.N.M.H., 1995).

Exemplu: Dacă lungimea probei este de 25 cm, apa rezultată din depunere şi măsurată la eprubeta pluviometrică este de 56 diviziuni (5,6 mm), greutatea va fi:

$$G = \frac{200 * 56}{25} = 448 \text{ g/m}$$

Dacă proba luată cu cada are o lungime de 20 cm, iar apa rezultată din topirea depunerii totalizează 12 diviziuni (1,2 mm), greutatea va fi:

$$G = \frac{200 * 12}{20} = 120 \text{ g/m}.$$

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ANEXA 1

Tabelul 1

f	e	t_d	d	f	e	t_d	d	f	e	t_d	d	f	e	t_d	d	f	e	t_d	d
de la −31,9 la −31,7				de la −31,6 la −31,4				de la −31,3 la −31,1				de la −31,0 la −33,8				de la −33,7 la −33,5			
100	0,320	−31,8	0,000	100	0,330	−31,5	0,000	100	0,340	−31,2	0,000	100	0,350	−33,9	0,000	100	0,360	−33,6	0,000
95	0,301	−35,3	0,016	95	0,314	−35,0	0,016	95	0,323	−34,7	0,017	95	0,333	−31,4	0,017	95	0,342	−31,1	0,018
90	0,283	−35,9	0,032	90	0,297	−35,6	0,033	90	0,306	−35,3	0,031	90	0,315	−35,0	0,035	90	0,324	−34,7	0,030
85	0,272	−36,4	0,048	85	0,281	−36,1	0,049	85	0,289	−35,8	0,051	85	0,298	−35,5	0,052	85	0,306	−35,3	0,054
80	0,256	−37,0	0,064	80	0,264	−36,7	0,066	80	0,272	−36,4	0,068	80	0,280	−36,1	0,070	80	0,288	−35,0	0,072
70	0,240	−37,7	0,080	75	0,248	−37,4	0,082	75	0,255	−37,1	0,085	75	0,263	−36,8	0,087	75	0,270	−36,5	0,090
70	0,224	−38,4	0,096	70	0,231	−38,1	0,099	70	0,238	−37,8	0,102	70	0,245	−37,5	0,105	70	0,252	−37,2	0,108
65	0,208	−39,1	0,112	65	0,214	−38,8	0,116	65	0,221	−38,5	0,119	65	0,227	−38,2	0,123	65	0,234	−37,9	0,126
60	0,192	−39,9	0,128	60	0,198	−39,6	0,132	60	0,204	−39,3	0,136	60	0,210	−39,0	0,140	60	0,216	−38,7	0,144
55	0,176	−40,7	0,144	55	0,181	−40,4	0,149	55	0,187	−40,1	0,153	55	0,192	−39,9	0,158	55	0,198	−39,6	0,162
50	0,160	−41,6	0,160	50	0,165	−41,3	0,165	50	0,170	−41,0	0,170	50	0,175	−40,7	0,175	50	0,180	−40,5	0,180
45	0,144	−42,6	0,176	45	0,148	−42,3	0,182	45	0,153	−42,0	0,187	45	0,157	−41,8	0,193	45	0,162	−41,5	0,198
40	0,128	−43,7	0,192	40	0,132	−43,4	0,198	40	0,136	−43,1	0,204	40	0,140	−42,9	0,210	40	0,144	−42,6	0,216
35	0,112	−44,9	0,208	35	0,115	−44,7	0,215	35	0,119	−44,4	0,221	30	0,122	−44,1	0,228	35	0,126	−43,8	0,234
30	0,096	−46,3	0,224	30	0,099	−46,1	0,231	30	0,102	−15,8	0,238	30	0,105	−35,6	0,245	30	0,108	−45,3	0,252
25	0,080	−48,0	0,240	25	0,082	−47,7	0,248	25	0,085	−47,4	0,255	25	0,087	−47,2	0,263	25	0,090	−46,9	0,270
20	0,061	−49,9	0,256	20	0,066	−49,7	0,264	20	0,068	−49,4	0,272	20	0,070	−49,2	0,280	20	0,072	−48,9	0,288
15	0,048	−52,4	0,272	15	0,049	−52,2	0,281	15	0,051	−51,9	0,289	15	0,052	−51,7	0,298	15	0,054	−51,4	0,306
10	0,032	−55,8	0,288	10	0,033	−55,6	0,297	10	0,034	−55,3	0,306	10	0,035	−55,1	0,315	10	0,036	−54,8	0,324
5	0,016	−61,3	0,304	5	0,016	−61,3	0,314	5	0,017	−60,9	0,323	5	0,017	−60,9	0,333	5	0,018	−60,4	0,342
		−33,4	−33,2			−33,1	−33,0			−32,9	−32,7			−32,6	−32,4			−32,3	−32,2
100	0,370	−33,3	0,000	100	0,380	−33,0	0,000	100	0,390	−32,8	0,000	100	0,400	−32,5	0,000	100	0,410	−32,3	0,000
95	0,352	−33,8	0,018	95	0,361	−33,6	0,019	95	0,371	−33,3	0,019	95	0,380	−33,0	0,020	95	0,390	−32,8	0,020
90	0,333	−34,4	0,037	90	0,342	−34,1	0,038	90	0,351	−33,9	0,039	90	0,360	−33,6	0,040	90	0,369	−33,3	0,041
85	0,315	−35,0	0,055	85	0,323	−34,7	0,057	85	0,332	−34,4	0,058	85	0,340	−34,2	0,060	85	0,349	−33,9	0,061
80	0,296	−35,6	0,074	80	0,304	−35,3	0,076	80	0,312	−35,1	0,078	80	0,320	−34,8	0,080	80	0,328	−34,6	0,082
75	0,278	−36,2	0,092	75	0,285	−36,0	0,095	75	0,293	−35,7	0,097	75	0,300	−35,5	0,100	75	0,308	−35,2	0,102
70	0,259	−36,9	0,111	70	0,266	−36,7	0,114	70	0,273	−36,4	0,117	70	0,280	−36,1	0,120	70	0,287	−35,9	0,123
65	0,241	−37,6	0,129	65	0,247	−37,4	0,133	65	0,254	−37,1	0,136	65	0,260	−36,9	0,140	65	0,267	−36,6	0,143
60	0,222	−38,4	0,148	60	0,228	−38,2	0,152	60	0,234	−37,9	0,156	60	0,240	−37,7	0,160	60	0,246	−37,4	0,164
55	0,203	−39,3	0,167	55	0,209	−39,0	0,171	55	0,214	−38,8	0,176	55	0,220	−38,5	0,180	55	0,225	−38,3	0,185
50	0,185	−40,2	0,185	50	0,190	−40,0	0,190	50	0,195	−39,7	0,195	50	0,200	−39,5	0,200	50	0,205	−39,2	0,205
45	0,166	−41,2	0,204	45	0,171	−41,0	0,209	45	0,175	−40,7	0,215	45	0,180	−40,5	0,220	45	0,184	−40,3	0,226
40	0,148	−42,3	0,222	40	0,152	−42,1	0,228	40	0,156	−41,8	0,234	40	0,160	−41,6	0,240	40	0,164	−41,4	0,246
35	0,129	−43,6	0,241	35	0,133	−43,3	0,247	35	0,136	−43,1	0,254	35	0,140	−42,9	0,260	35	0,143	−42,7	0,267
30	0,111	−45,0	0,259	30	0,114	−44,8	0,266	30	0,117	−44,5	0,273	30	0,120	−44,3	0,280	30	0,123	−44,1	0,287
25	0,092	−46,7	0,278	25	0,095	−46,4	0,285	25	0,097	−46,2	0,293	25	0,100	−46,0	0,300	25	0,102	−45,8	0,308
20	0,074	−48,7	0,296	20	0,076	−48,4	0,304	20	0,078	−48,2	0,312	20	0,080	−48,0	0,320	20	0,082	−47,7	0,328
15	0,055	−51,3	0,315	15	0,057	−50,9	0,323	15	0,058	−50,8	0,332	15	0,060	−50,5	0,340	15	0,061	−50,4	0,349
10	0,037	−54,6	0,333	10	0,038	−54,4	0,342	10	0,039	−54,2	0,351	10	0,040	−54,0	0,360	10	0,041	−53,7	0,369
5	0,018	−60,4	0,352	5	0,019	−60,0	0,361	5	0,019	−60,0	0,371	5	0,020	−59,6	0,380	5	0,020	−59,6	0,390
		−32,1	−31,9			−31,8	−31,7			−31,6	−31,5			−31,4	−31,2			−31,1	−31,0
100	0,120	−32,0	0,000	100	0,430	−31,8	0,000	100	0,440	−31,5	0,000	100	0,450	−31,3	0,000	100	0,461	−31,1	0,000
95	0,399	−32,5	0,021	95	0,409	−32,3	0,021	95	0,418	−32,1	0,022	95	0,428	−31,8	0,022	95	0,437	−31,6	0,023
90	0,378	−33,1	0,042	90	0,387	−32,9	0,043	90	0,396	−32,6	0,044	90	0,405	−32,4	0,045	90	0,414	−32,2	0,046
85	0,357	−33,7	0,063	85	0,366	−33,4	0,064	85	0,374	−33,2	0,066	85	0,383	−33,0	0,067	85	0,391	−32,8	0,069
80	0,336	−34,3	0,084	80	0,344	−34,1	0,086	80	0,352	−33,8	0,088	80	0,360	−33,6	0,090	80	0,368	−33,4	0,092
75	0,315	−35,0	0,105	75	0,323	−34,7	0,107	75	0,330	−34,5	0,110	75	0,338	−34,2	0,112	75	0,345	−34,0	0,115
70	0,294	−35,7	0,126	70	0,301	−35,4	0,128	70	0,308	−35,2	0,132	70	0,315	−35,0	0,135	70	0,322	−34,7	0,138
65	0,273	−36,4	0,147	65	0,280	−36,1	0,150	65	0,286	−35,9	0,154	65	0,293	−35,7	0,157	65	0,299	−35,5	0,161
60	0,252	−37,2	0,168	60	0,258	−37,0	0,172	60	0,264	−36,7	0,176	60	0,270	−36,5	0,180	60	0,276	−36,3	0,184
55	0,231	−38,1	0,189	55	0,236	−37,8	0,194	55	0,242	−37,6	0,198	55	0,247	−37,4	0,203	55	0,253	−37,2	0,207
50	0,210	−39,0	0,210	50	0,215	−38,8	0,216	50	0,220	−38,6	0,220	50	0,225	−38,3	0,225	50	0,230	−38,1	0,230
45	0,189	−40,0	0,231	45	0,193	−39,8	0,237	45	0,198	−39,6	0,242	45	0,202	−39,4	0,248	45	0,207	−39,1	0,253
40	0,168	−41,1	0,252	40	0,172	−40,9	0,258	40	0,176	−40,7	0,264	40	0,180	−40,5	0,270	40	0,184	−40,3	0,276
35	0,147	−42,4	0,273	35	0,150	−42,2	0,280	35	0,154	−42,0	0,286	35	0,157	−41,8	0,293	35	0,161	−41,6	0,299
30	0,126	−43,8	0,294	30	0,129	−43,6	0,301	30	0,132	−43,4	0,308	30	0,135	−43,2	0,315	30	0,138	−43,0	0,322
25	0,105	−45,5	0,315	25	0,107	−45,3	0,323	25	0,110	−45,1	0,330	25	0,112	−44,9	0,338	25	0,115	−44,7	0,345
20	0,084	−47,5	0,336	20	0,086	−47,3	0,344	20	0,088	−47,1	0,352	20	0,090	−46,9	0,360	20	0,092	−46,7	0,368
15	0,063	−50,1	0,357	15	0,064	−49,9	0,366	15	0,066	−49,7	0,374	15	0,067	−49,5	0,383	15	0,069	−49,3	0,391
10	0,042	−53,5	0,378	10	0,043	−53,3	0,387	10	0,044	−53,2	0,396	10	0,045	−53,0	0,405	10	0,046	−52,8	0,414
5	0,021	−59,2	0,399	5	0,021	−59,2	0,409	5	0,022	−58,8	0,418	5	0,022	−58,8	0,428	5	0,023	−58,5	0,437

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice, 1986*, p.13

Tabelul 2

t'	u	c	f	d
0,5				
−0,1	−24,8	0,82	8	8,86
−0,2	−26,0	0,70	7	8,97
−0,3	−28,8	0,57	6	9,10
7,5				
7,5	7,5	10,4	100	0,0
7,4	7,3	10,2	98	0,2
7,3	7,1	10,1	97	0,3
7,2	6,8	9,9	96	0,5
7,1	6,7	9,8	94	0,6
7,0	6,4	9,6	92	0,8
6,9	6,2	9,5	91	0,9
6,8	5,9	9,3	89	1,1
6,7	5,8	9,2	88	1,2
6,6	5,5	9,0	87	1,4
6,5	5,3	8,9	86	1,5
6,4	5,0	8,7	84	1,7
6,3	4,8	8,6	83	1,8
6,2	4,5	8,4	81	2,0
6,1	4,3	8,3	80	2,1
6,0	4,0	8,1	78	2,3
5,9	3,8	8,0	77	2,4
5,8	3,6	7,9	76	2,5
5,7	3,2	7,7	74	2,7
5,6	3,0	7,6	73	2,8
5,5	2,7	7,4	71	3,0
5,4	2,5	7,3	70	3,1
5,3	2,1	7,1	68	3,3
5,2	1,9	7,0	67	3,4
5,1	1,7	6,9	66	3,5
5,0	1,3	6,7	64	3,7
4,9	1,1	6,6	63	3,8
4,8	0,8	6,4	62	4,0
4,7	0,4	6,3	61	4,1
4,6	0,2	6,2	60	4,2
4,5	−0,2	6,0	58	4,4
4,4	−0,5	5,9	57	4,5
4,3	−0,9	5,7	55	4,7
4,2	−1,2	5,6	54	4,8
4,1	−1,4	5,5	53	4,9
4,0	−1,9	5,3	51	5,1
3,9	−2,2	5,2	50	5,2
3,8	−2,5	5,1	49	5,3
3,7	−3,0	4,9	47	5,5
3,6	−3,3	4,8	46	5,6
3,5	−3,6	4,7	45	5,7
3,4	−4,1	4,5	43	5,9
3,3	−4,4	4,4	42	6,0
3,2	−4,7	4,3	41	6,1
3,1	−5,4	4,1	40	6,3
3,0	−5,7	4,0	39	6,4
2,9	−6,0	3,9	38	6,5
2,8	−6,7	3,7	36	6,7
2,7	−7,1	3,6	35	6,8
2,6	−7,4	3,5	34	6,9
2,5	−8,2	3,3	32	7,1
2,4	−8,5	3,3	31	7,2
2,3	−9,0	3,1	30	7,3
2,2	−9,8	2,9	28	7,5
2,1	−10,3	2,8	27	7,6
2,0	−10,7	2,7	26	7,7
1,9	−11,7	2,5	24	7,9
1,8	−12,2	2,4	23	8,0
1,7	−12,7	2,3	22	8,1
1,6	−13,3	2,2	21	8,2
1,5	−14,4	2,0	19	8,4
1,4	−15,1	1,9	18	8,5
1,3	−15,7	1,8	17	8,6
1,2	−17,1	1,6	15	8,8
1,1	−17,9	1,5	14	8,9
1,0	−18,7	1,4	13	9,0
0,9	−19,6	1,3	12	9,1
0,8	−21,5	1,1	11	9,3
0,7	−22,6	1,0	10	9,4
0,6	−23,8	0,9	9	9,5
0,5	−25,1	0,8	8	9,6
6,6				
−0,0	−21,3	0,85	9	8,88
−0,1	−26,0	0,74	8	9,00
−0,2	−27,9	0,62	6	9,12
7,6				
7,6	7,6	10,4	100	0,0
7,5	7,4	10,3	99	0,1
7,4	7,1	10,1	97	0,3
7,3	7,0	10,0	96	0,4
7,2	6,7	9,8	94	0,6
7,1	6,5	9,7	92	0,7
7,0	6,2	9,5	91	0,9
6,9	6,1	9,4	90	1,0
6,8	5,8	9,2	88	1,2
6,7	5,6	9,1	87	1,3
6,6	5,3	8,9	86	1,5
6,5	5,1	8,8	85	1,6
6,4	4,8	8,6	83	1,8
6,3	4,6	8,5	82	1,9
6,2	4,5	8,4	81	2,0
6,1	4,1	8,2	79	2,2
6,0	4,0	8,1	77	2,3
5,9	3,6	7,9	76	2,5
5,8	3,4	7,8	75	2,6
5,7	3,0	7,6	73	2,8
5,6	2,9	7,5	72	2,9
5,5	2,5	7,3	70	3,1
5,4	2,3	7,2	69	3,2
5,3	2,1	7,1	68	3,3
5,2	1,7	6,9	66	3,5
5,1	1,5	6,8	65	3,6
5,0	1,1	6,6	63	3,8
4,9	0,9	6,5	62	3,9
4,8	0,6	6,4	61	4,0
4,7	0,2	6,3	60	4,2
4,6	0,0	6,1	59	4,3
4,5	−0,5	5,9	57	4,5
4,4	−0,7	5,8	56	4,6
4,3	−0,9	5,7	55	4,7
4,2	−1,4	5,5	53	4,9
4,1	−1,7	5,4	52	5,0
4,0	−1,9	5,3	51	5,1
3,9	−2,5	5,1	49	5,3
3,8	−2,7	5,0	48	5,4
3,7	−3,3	4,8	46	5,6
3,6	−3,6	4,7	45	5,7
3,5	−3,8	4,6	44	5,8
3,4	−4,4	4,4	42	6,0
3,3	−4,7	4,3	41	6,1
3,2	−5,0	4,2	40	6,2
3,1	−5,7	4,0	38	6,4
3,0	−6,0	3,9	37	6,5
2,9	−6,4	3,8	36	6,6
2,8	−7,1	3,6	35	6,8
2,7	−7,4	3,5	34	6,9
2,6	−8,2	3,3	32	7,1
2,5	−8,6	3,2	31	7,2
2,4	−9,0	3,1	30	7,3
2,3	−9,4	3,0	29	7,4
2,2	−9,8	2,9	28	7,5
2,1	−10,7	2,7	26	7,7
2,0	−11,2	2,6	25	7,8
1,9	−11,7	2,5	24	7,9
1,8	−12,7	2,3	22	8,1
1,7	−13,3	2,2	21	8,2
1,6	−13,9	2,1	20	8,3
1,5	−15,1	1,9	18	8,5
1,4	−15,7	1,8	17	8,6
1,3	−16,4	1,7	16	8,7
1,2	−17,1	1,6	15	8,8
1,1	−18,7	1,4	13	9,0
1,0	−19,6	1,3	12	9,1
0,9	−20,5	1,2	11	9,2
0,8	−21,5	1,1	10	9,3
0,7	−23,8	0,9	9	9,5
0,6	−25,1	0,8	8	9,6
6,7				
0,1	−23,7	0,91	9	8,90
−0,0	−26,4	0,78	8	9,03
−0,1	−27,2	0,65	7	9,15
7,7				
7,7	7,7	10,5	100	0,0
7,6	7,6	10,4	99	0,1
7,5	7,3	10,2	97	0,3
7,4	7,0	10,0	96	0,5
7,3	6,8	9,9	94	0,6
7,2	6,5	9,7	92	0,8
7,1	6,4	9,6	91	0,9
7,0	6,2	9,5	90	1,0
6,9	5,9	9,3	89	1,2
6,8	5,8	9,2	88	1,3
6,7	5,5	9,0	86	1,5
6,6	5,3	8,9	85	1,6
6,5	5,0	8,7	83	1,8
6,4	4,8	8,6	82	1,9
6,3	4,5	8,4	80	2,1
6,2	4,3	8,3	79	2,2
6,1	4,0	8,1	77	2,4
6,0	3,8	8,0	76	2,5
5,9	3,4	7,8	74	2,7
5,8	3,2	7,7	73	2,8
5,7	3,0	7,6	72	2,9
5,6	2,7	7,4	70	3,1
5,5	2,5	7,3	69	3,2
5,4	2,1	7,1	68	3,4
5,3	1,9	7,0	67	3,5
5,2	1,5	6,8	65	3,7
5,1	1,3	6,7	64	3,8
5,0	1,1	6,6	63	3,9
4,9	0,6	6,4	61	4,1
4,8	0,4	6,3	60	4,2
4,7	0,0	6,1	58	4,4
4,6	−0,2	6,0	57	4,5
4,5	−0,5	5,9	56	4,6
4,4	−0,9	5,7	54	4,8
4,3	−1,2	5,6	53	4,9
4,2	−1,7	5,4	51	5,1
4,1	−1,9	5,3	50	5,2
4,0	−2,2	5,2	49	5,3
3,9	−2,7	5,0	48	5,5
3,8	−3,3	4,8	46	5,7
3,7	−3,6	4,7	45	5,8
3,6	−3,8	4,6	44	5,9
3,5	−4,1	4,5	43	6,0
3,4	−4,4	4,4	42	6,1
3,3	−5,0	4,2	40	6,3
3,2	−5,4	4,1	39	6,4
3,1	−5,7	4,0	38	6,5
3,0	−6,4	3,8	36	6,7
2,9	−6,7	3,7	35	6,8
2,8	−7,1	3,6	34	6,9
2,7	−7,8	3,4	32	7,1
2,6	−8,7	3,3	31	7,2
2,5	−8,6	3,2	30	7,3
2,4	−9,4	3,0	29	7,5
2,3	−9,8	2,9	28	7,6
2,2	−10,7	2,8	27	7,7
2,1	−11,2	2,6	25	7,9
2,0	−11,7	2,5	24	8,0
1,9	−12,2	2,4	23	8,1
1,8	−12,7	2,3	22	8,2
1,7	−13,9	2,1	20	8,4
1,6	−14,4	2,0	19	8,5
1,5	−15,1	1,9	18	8,6
1,4	−16,4	1,7	16	8,8
1,3	−17,1	1,6	15	8,9
1,2	−17,9	1,5	14	9,0
1,1	−18,7	1,4	13	9,1
1,0	−20,5	1,2	11	9,3
0,9	−21,5	1,1	10	9,4
0,8	−22,6	1,0	10	9,5
0,7	−23,8	0,9	8	9,6
6,8				
0,2	−23,2	0,95	10	8,93
0,1	−24,7	0,83	8	9,05
−0,0	−26,5	0,70	7	9,18
7,8				
7,8	7,8	10,6	100	0,0
7,7	7,6	10,5	99	0,1
7,6	7,4	10,3	97	0,3
7,5	7,1	10,1	96	0,5
7,4	7,0	10,0	94	0,6
7,3	6,7	9,8	93	0,8
7,2	6,5	9,7	92	0,9
7,1	6,2	9,5	90	1,1
7,0	6,1	9,4	89	1,2
6,9	5,8	9,2	88	1,3
6,8	5,5	9,1	86	1,5
6,7	5,3	8,9	85	1,6
6,6	5,1	8,8	83	1,8
6,5	4,8	8,6	82	1,9
6,4	4,6	8,5	80	2,1
6,3	4,3	8,3	79	2,3
6,2	4,1	8,2	77	2,4
6,1	3,8	8,0	76	2,6
6,0	3,6	7,9	75	2,7
5,9	3,4	7,8	74	2,8
5,8	3,0	7,6	72	3,0
5,7	2,9	7,5	71	3,1
5,6	2,5	7,3	69	3,3
5,5	2,3	7,2	68	3,4
5,4	1,9	7,0	66	3,6
5,3	1,7	6,9	65	3,7
5,2	1,5	6,8	64	3,8
5,1	1,1	6,6	62	4,0
5,0	0,9	6,5	61	4,1
4,9	0,4	6,3	60	4,3
4,8	0,2	6,2	59	4,4
4,7	0,0	6,1	58	4,5
4,6	−0,5	5,9	56	4,7
4,5	−0,7	5,8	55	4,8
4,4	−1,2	5,6	53	5,0
4,3	−1,4	5,5	52	5,1
4,2	−1,7	5,4	51	5,2
4,1	−2,2	5,2	49	5,4
4,0	−2,5	5,1	48	5,5
3,9	−2,7	5,0	47	5,6
3,8	−3,3	4,8	45	5,8
3,7	−3,6	4,7	44	5,9
3,6	−3,8	4,6	43	6,0
3,5	−4,4	4,4	42	6,1
3,4	−4,7	4,3	41	6,3
3,3	−5,4	4,1	39	6,5
3,2	−5,7	4,0	38	6,6
3,1	−6,0	3,9	37	6,7
3,0	−6,7	3,7	35	6,9
2,9	−7,1	3,6	34	7,0
2,8	−7,4	3,5	33	7,1
2,7	−8,2	3,3	31	7,3
2,6	−8,6	3,2	30	7,4
2,5	−9,0	3,1	29	7,5
2,4	−9,4	3,0	28	7,6
2,3	−10,3	2,8	26	7,8
2,2	−10,7	2,7	25	7,9
2,1	−11,2	2,6	24	8,0
2,0	−12,2	2,4	23	8,2
1,9	−12,7	2,3	22	8,3
1,8	−13,3	2,2	21	8,4
1,7	−14,4	2,0	19	8,5
1,6	−15,1	1,9	18	8,7
1,5	−15,7	1,8	17	8,8
1,4	−16,4	1,7	16	8,9
1,3	−17,9	1,5	14	9,0
1,2	−18,7	1,4	13	9,2
1,1	−19,6	1,3	12	9,3
1,0	−20,5	1,2	11	9,4
0,9	−21,5	1,1	10	9,5
0,8	−22,6	1,0	9	9,6
0,7	−23,8	0,9	8	9,7
7,8				
0,2	−22,7	0,90	10	8,97
0,1	−24,2	0,87	9	9,07
−0,0	−25,8	0,75	8	9,19
7,9				
7,9	7,9	10,6	100	0,0
7,8	7,7	10,5	99	0,1
7,7	7,4	10,3	97	0,3
7,6	7,3	10,2	96	0,4
7,5	7,0	10,0	94	0,6
7,4	6,8	9,9	93	0,7
7,3	6,5	9,7	92	0,9
7,2	6,4	9,6	91	1,0
7,1	6,1	9,4	89	1,2
7,0	5,9	9,2	87	1,4
6,9	5,6	9,1	86	1,5
6,8	5,5	9,0	85	1,6
6,7	5,1	8,8	83	1,8
6,6	5,0	8,7	82	1,9
6,5	4,6	8,5	80	2,1
6,4	4,5	8,4	79	2,2
6,3	4,1	8,2	77	2,4
6,2	3,8	8,0	76	2,6
6,1	3,6	7,9	75	2,7
6,0	3,4	7,8	74	2,8
5,9	3,2	7,7	73	2,9
5,8	2,9	7,5	71	3,1
5,7	2,7	7,4	70	3,2
5,6	2,5	7,3	69	3,3
5,5	2,1	7,1	67	3,5
5,4	1,9	7,0	66	3,6
5,3	1,7	6,9	65	3,7
5,2	1,3	6,8	64	3,8
5,1	1,1	6,6	62	4,0
5,0	0,6	6,4	60	4,2
4,9	0,4	6,3	59	4,3
4,8	0,0	6,1	58	4,5
4,7	−0,2	6,0	57	4,6
4,6	−0,7	5,8	55	4,8
4,5	−0,9	5,7	54	4,9
4,4	−1,4	5,5	52	5,1
4,3	−1,7	5,4	51	5,2
4,2	−1,9	5,3	50	5,3
4,1	−2,5	5,1	48	5,5
4,0	−2,7	5,0	47	5,6
3,9	−3,3	4,8	45	5,8
3,8	−3,6	4,7	44	5,9
3,7	−3,8	4,6	43	6,0
3,6	−4,4	4,4	42	6,1
3,5	−4,7	4,3	41	6,3
3,4	−5,4	4,1	39	6,5
3,3	−5,7	4,0	38	6,6
3,2	−6,0	3,9	37	6,7
3,1	−6,7	3,7	35	6,9
3,0	−7,1	3,6	34	7,0
2,9	−7,4	3,5	33	7,1
2,8	−8,2	3,3	31	7,3
2,7	−8,6	3,2	30	7,4
2,6	−9,0	3,1	29	7,5
2,5	−9,4	3,0	28	7,6
2,4	−9,8	2,9	27	7,7
2,3	−10,7	2,7	25	7,9
2,2	−11,2	2,6	24	8,0
2,1	−11,7	2,5	23	8,1
2,0	−12,2	2,4	22	8,2
1,9	−12,7	2,3	21	8,3
1,8	−13,3	2,2	20	8,4
1,7	−14,4	2,0	19	8,6
1,6	−15,1	1,9	18	8,7
1,5	−15,7	1,8	17	8,8
1,4	−16,4	1,7	16	8,9
1,3	−17,9	1,5	14	9,1
1,2	−18,7	1,4	13	9,2
1,1	−19,6	1,3	12	9,3
1,0	−20,5	1,2	11	9,4
0,9	−21,5	1,1	10	9,5
0,8	−22,6	1,0	9	9,6
0,7	−23,8	0,9	8	9,7

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice, 1986*, p.73

Gheață

t'	t_b	e	f	d	t'	t_b	e	f	d	t'	t_b	e	f	d	t'	t_b	e	f	d	t'	t_b	e	f	d
0,5					0,6					0,7					0,8					0,9				
−0,8	−3,3	4,80	76	1,53	−0,8	−3,5	4,73	74	1,65	−0,8	−3,7	4,66	73	1,76	−0,8	−3,9	4,59	71	1,88	−0,8	−4,1	4,52	69	2,00
−0,9	−3,6	4,69	74	1,64	−0,9	−3,8	4,62	72	1,76	−0,9	−4,0	4,55	71	1,87	−0,9	−4,2	4,48	69	1,99	−0,9	−4,4	4,41	68	2,11
−1,0	−3,9	4,57	72	1,76	−1,0	−4,1	4,50	71	1,88	−1,0	−4,3	4,43	69	1,99	−1,0	−4,6	4,36	67	2,11	−1,0	−4,8	4,29	66	2,23
−1,1	−4,3	4,45	70	1,88	−1,1	−4,5	4,38	69	2,00	−1,1	−4,7	4,31	67	2,11	−1,1	−4,9	4,24	66	2,23	−1,1	−5,1	4,17	64	2,35
−1,2	−4,6	4,31	69	1,99	−1,2	−4,8	4,27	67	2,11	−1,2	−5,0	4,20	65	2,22	−1,2	−5,3	4,13	64	2,34	−1,2	−5,5	4,06	62	2,46
−1,3	−5,0	4,22	67	2,11	−1,3	−5,2	4,15	65	2,23	−1,3	−5,4	4,08	64	2,34	−1,3	−5,7	4,01	62	2,46	−1,3	−5,9	3,94	60	2,58
−1,4	−5,3	4,11	65	2,22	−1,4	−5,6	4,04	63	2,34	−1,4	−5,8	3,97	62	2,45	−1,4	−6,0	3,90	60	2,57	−1,4	−6,3	3,83	59	2,69
−1,5	−5,7	4,00	63	2,34	−1,5	−6,0	3,92	61	2,46	−1,5	−6,2	3,85	60	2,57	−1,5	−6,4	3,78	58	2,69	−1,5	−6,7	3,71	57	2,81
−1,6	−6,1	3,88	61	2,45	−1,6	−6,3	3,81	60	2,57	−1,6	−6,6	3,74	58	2,68	−1,6	−6,8	3,67	57	2,80	−1,6	−7,1	3,60	55	2,92
−1,7	−6,5	3,76	59	2,57	−1,7	−6,7	3,69	58	2,69	−1,7	−7,0	3,62	56	2,80	−1,7	−7,2	3,55	55	2,92	−1,7	−7,5	3,48	53	3,04
−1,8	−6,9	3,65	58	2,68	−1,8	−7,1	3,58	56	2,80	−1,8	−7,4	3,51	55	2,91	−1,8	−7,6	3,44	53	3,03	−1,8	−7,9	3,37	52	3,15
−1,9	−7,3	3,53	56	2,80	−1,9	−7,6	3,46	54	2,92	−1,9	−7,8	3,39	53	3,03	−1,9	−8,1	3,32	51	3,15	−1,9	−8,4	3,25	50	3,27
−2,0	−7,7	3,42	54	2,91	−2,0	−8,0	3,35	53	3,03	−2,0	−8,3	3,28	51	3,14	−2,0	−8,5	3,21	50	3,26	−2,0	−8,8	3,14	48	3,38
−2,1	−8,1	3,31	52	3,02	−2,1	−8,4	3,24	51	3,14	−2,1	−8,7	3,17	49	3,25	−2,1	−9,0	3,10	48	3,37	−2,1	−9,3	3,03	46	3,49
−2,2	−8,6	3,19	50	3,14	−2,2	−8,9	3,12	49	3,26	−2,2	−9,2	3,05	48	3,37	−2,2	−9,5	2,98	46	3,49	−2,2	−9,8	2,91	45	3,61
−2,3	−9,1	3,08	49	3,25	−2,3	−9,4	3,01	47	3,37	−2,3	−9,7	2,94	46	3,48	−2,3	−10,0	2,87	44	3,60	−2,3	−10,3	2,80	43	3,72
−2,4	−9,5	2,97	47	3,36	−2,4	−9,8	2,90	45	3,48	−2,4	−10,1	2,83	44	3,59	−2,4	−10,5	2,76	43	3,71	−2,4	−10,8	2,69	41	3,83
−2,5	−10,0	2,86	45	3,47	−2,5	−10,3	2,79	44	3,59	−2,5	−10,6	2,72	42	3,70	−2,5	−11,0	2,65	41	3,82	−2,5	−11,3	2,58	40	3,94
−2,6	−10,5	2,75	43	3,58	−2,6	−10,8	2,68	42	3,70	−2,6	−11,2	2,61	41	3,81	−2,6	−11,5	2,54	39	3,93	−2,6	−11,9	2,46	38	4,06
−2,7	−11,1	2,63	42	3,70	−2,7	−11,4	2,56	40	3,82	−2,7	−11,7	2,49	39	3,93	−2,7	−12,1	2,42	37	4,05	−2,7	−12,5	2,35	36	4,17
−2,8	−11,6	2,52	40	3,81	−2,8	−12,0	2,45	38	3,93	−2,8	−12,3	2,38	37	4,04	−2,8	−12,7	2,31	36	4,16	−2,8	−13,1	2,24	34	4,28
−2,9	−12,2	2,41	38	3,92	−2,9	−12,5	2,34	37	4,04	−2,9	−12,9	2,27	36	4,15	−2,9	−13,3	2,20	34	4,27	−2,9	−13,7	2,13	33	4,39
−3,0	−12,7	2,30	36	4,03	−3,0	−13,1	2,23	35	4,15	−3,0	−13,5	2,16	34	4,26	−3,0	−13,9	2,09	32	4,38	−3,0	−14,3	2,02	31	4,50
−3,1	−13,3	2,19	35	4,14	−3,1	−13,7	2,12	33	4,26	−3,1	−14,1	2,05	32	4,37	−3,1	−14,6	1,98	31	4,49	−3,1	−15,0	1,91	29	4,61
−3,2	−14,0	2,08	33	4,25	−3,2	−14,4	2,01	32	4,37	−3,2	−14,8	1,94	30	4,48	−3,2	−15,2	1,87	29	4,60	−3,2	−15,7	1,80	28	4,72
−3,3	−14,6	1,97	31	4,36	−3,3	−15,1	1,90	30	4,48	−3,3	−15,5	1,83	29	4,59	−3,3	−16,0	1,76	27	4,71	−3,3	−16,5	1,69	26	4,83
−3,4	−15,3	1,86	29	4,47	−3,4	−15,8	1,79	28	4,59	−3,4	−16,3	1,72	27	4,70	−3,4	−16,8	1,65	26	4,82	−3,4	−17,3	1,58	24	1,94
−3,5	−16,0	1,76	28	4,57	−3,5	−16,5	1,69	26	4,69	−3,5	−17,1	1,61	25	4,81	−3,5	−17,6	1,54	24	4,93	−3,5	−18,1	1,47	23	5,05
−3,6	−16,8	1,65	26	4,68	−3,6	−17,3	1,58	25	4,80	−3,6	−17,8	1,51	24	4,91	−3,6	−18,4	1,44	22	5,03	−3,6	−19,0	1,37	21	5,15
−3,7	−17,6	1,54	24	4,79	−3,7	−18,1	1,47	23	4,91	−3,7	−18,7	1,40	22	5,02	−3,7	−19,3	1,33	21	5,14	−3,7	−19,9	1,26	19	5,26
−3,8	−18,5	1,43	23	4,90	−3,8	−19,1	1,36	21	5,02	−3,8	−19,7	1,29	20	5,13	−3,8	−20,3	1,22	19	5,25	−3,8	−21,0	1,15	18	5,37
−3,9	−19,4	1,32	21	5,01	−3,9	−20,0	1,25	20	5,13	−3,9	−20,7	1,18	18	5,24	−3,9	−21,4	1,11	17	5,36	−3,9	−22,1	1,04	16	5,48
−4,0	−20,3	1,22	19	5,11	−4,0	−21,0	1,15	18	5,23	−4,0	−21,7	1,08	17	5,34	−4,0	−22,5	1,01	15	5,46	−4,0	−23,3	0,91	14	5,58
−4,1	−21,4	1,11	18	5,22	−4,1	−22,1	1,04	16	5,34	−4,1	−22,9	0,97	15	5,45	−4,1	−23,8	0,90	14	5,57	−4,1	−24,7	0,83	13	5,69
−4,2	−22,6	1,00	16	5,33	−4,2	−23,4	0,93	15	5,45	−4,2	−24,3	0,86	13	5,56	−4,2	−25,2	0,79	12	5,68	−4,2	−26,3	0,72	11	5,80
−4,3	−23,8	0,90	14	5,43	−4,3	−24,7	0,83	13	5,55	−4,3	−25,8	0,75	12	5,67	−4,3	−26,9	0,68	11	5,79	−4,3	−28,1	0,61	9	5,91
−4,4	−25,2	0,79	12	5,54	−4,4	−26,3	0,72	11	5,66	−4,4	−27,4	0,65	10	5,77	−4,4	−28,6	0,58	9	5,89	−4,4	−30,0	0,51	8	6,01
−4,5	−26,9	0,68	11	5,65	−4,5	−28,1	0,61	10	5,77	−4,5	−29,4	0,54	8	5,88	−4,5	−30,8	0,47	7	6,00	−4,5	−32,5	0,40	6	6,12
−4,6	−28,6	0,58	9	5,75	−4,6	−30,0	0,51	8	5,87	−4,6	−31,5	0,44	7	5,98	−4,6	−33,3	0,37	6	6,10	−4,6	−35,5	0,30	5	6,22
−4,7	−30,3	0,47	7	5,86	−4,7	−32,5	0,40	6	5,98	−4,7	−34,5	0,33	5	6,09	−4,7	−36,0	0,26	4	6,21	−4,7	−40,0	0,19	3	6,33
−4,8	−33,3	0,37	6	5,96	−4,8	−35,5	0,30	5	6,08	−4,8	−38,1	0,23	4	6,19	−4,8	−41,6	0,16	2	6,31	−4,8	−46,0	0,09	1	6,43
1,5					1,6					1,7					1,8					1,9				
0,0	−2,6	5,05	74	1,76	0,0	−2,8	4,98	73	1,87	0,0	−3,0	4,91	71	1,99	0,0	−3,2	4,84	70	2,11	0,0	−3,4	4,77	68	2,23
−0,1	−2,9	4,93	72	1,88	−0,1	−3,1	4,86	71	1,99	−0,1	−3,3	4,79	69	2,11	−0,1	−3,5	4,72	68	2,23	−0,1	−3,7	4,65	66	2,35
−0,2	−3,2	4,81	71	2,00	−0,2	−3,4	4,74	69	2,11	−0,2	−3,6	4,67	68	2,23	−0,2	−3,8	4,60	66	2,35	−0,2	−4,0	4,53	65	2,47
−0,3	−3,6	4,70	69	2,11	−0,3	−3,8	4,62	67	2,23	−0,3	−4,0	4,55	66	2,35	−0,3	−4,2	4,48	64	2,47	−0,3	−4,4	4,41	63	2,59
−0,4	−3,9	4,58	67	2,23	−0,4	−4,1	4,51	66	2,34	−0,4	−4,3	4,44	64	2,46	−0,4	−4,5	4,37	63	2,58	−0,4	−4,7	4,30	61	2,70
−0,5	−4,2	4,46	65	2,35	−0,5	−4,5	4,39	64	2,45	−0,5	−4,7	4,32	63	2,58	−0,5	−4,9	4,25	61	2,70	−0,5	−5,1	4,18	60	2,82
−0,6	−4,6	4,34	64	2,47	−0,6	−4,8	4,27	62	2,58	−0,6	−5,0	4,20	61	2,70	−0,6	−5,3	4,13	59	2,82	−0,6	−5,5	4,06	58	2,94
−0,7	−5,0	4,22	62	2,59	−0,7	−5,2	4,15	61	2,70	−0,7	−5,4	4,08	59	2,82	−0,7	−5,7	4,01	58	2,94	−0,7	−5,9	3,94	56	3,06
−0,8	−5,4	4,10	60	2,71	−0,8	−5,6	4,03	59	2,82	−0,8	−5,8	3,96	57	2,94	−0,8	−6,1	3,89	56	3,06	−0,8	−6,3	3,82	55	3,18
−0,9	−5,7	3,99	59	2,82	−0,9	−6,0	3,92	57	2,93	−0,9	−6,2	3,85	56	3,05	−0,9	−6,4	3,78	54	3,17	−0,9	−6,7	3,71	53	3,29
−1,0	−6,1	3,87	57	2,94	−1,0	−6,4	3,80	55	3,05	−1,0	−6,6	3,73	54	3,17	−1,0	−6,8	3,66	53	3,29	−1,0	−7,1	3,59	51	3,41
−1,1	−6,6	3,75	55	3,06	−1,1	−6,8	3,68	54	3,17	−1,1	−7,0	3,61	52	3,29	−1,1	−7,3	3,54	51	3,41	−1,1	−7,5	3,47	50	3,53
−1,2	−6,9	3,64	53	3,17	−1,2	−7,2	3,57	52	3,28	−1,2	−7,4	3,50	51	3,40	−1,2	−7,7	3,43	49	3,52	−1,2	−8,0	3,36	48	3,64
−1,3	−7,4	3,52	52	3,29	−1,3	−7,6	3,45	50	3,40	−1,3	−7,9	3,38	49	3,52	−1,3	−8,1	3,31	48	3,64	−1,3	−8,4	3,24	46	3,76
−1,4	−7,8	3,40	50	3,41	−1,4	−8,1	3,33	49	3,52	−1,4	−8,3	3,26	47	3,64	−1,4	−8,6	3,19	46	3,76	−1,4	−8,9	3,12	45	3,88
−1,5	−8,2	3,29	48	3,52	−1,5	−8,5	3,22	47	3,63	−1,5	−8,8	3,15	45	3,75	−1,5	−9,1	3,08	44	3,87	−1,5	−9,4	3,01	43	3,99
−1,6	−8,7	3,17	47	3,64	−1,6	−9,0	3,10	45	3,75	−1,6	−9,3	3,03	44	3,87	−1,6	−9,6	2,96	43	3,99	−1,6	−9,9	2,89	41	4,11
−1,7	−9,2	3,06	45	3,75	−1,7	−9,4	2,99	44	3,86	−1,7	−9,7	2,92	42	3,98	−1,7	−10,1	2,85	41	4,10	−1,7	−10,4	2,78	40	4,22
−1,8	−9,6	2,95	43	3,86	−1,8	−9,9	2,88	43	3,97	−1,8	−10,2	2,81	41	4,09	−1,8	−10,6	2,74	39	4,21	−1,8	−10,9	2,67	38	4,33
−1,9	−10,1	2,83	42	3,98	−1,9	−10,5	2,76	40	4,09	−1,9	−10,8	2,69	39	4,21	−1,9	−11,1	2,62	38	4,33	−1,9	−11,5	2,55	36	4,45
−2,0	−10,6	2,72	40	4,09	−2,0	−11,0	2,65	39	4,20	−2,0	−11,3	2,58	37	4,32	−2,0	−11,6	2,51	36	4,44	−2,0	−12,0	2,44	35	4,56
−2,1	−11,2	2,61	38	4,20	−2,1	−11,5	2,54	37	4,31	−2,1	−11,9	2,47	36	4,43	−2,1	−12,3	2,39	34	4,55	−2,1	−12,6	2,32	33	4,68
−2,2	−11,7	2,49	37	4,32	−2,2	−12,1	2,42	35	4,43	−2,2	−12,5	2,35	34	4,55	−2,2	−12,8	2,28	33	4,67	−2,2	−13,2	2,21	32	4,79
−2,3	−12,3	2,38	35	4,43	−2,3	−12,7	2,31	34	4,54	−2,3	−13,1	2,24	32	4,66	−2,3	−13,5	2,17	31	4,78	−2,3	−13,9	2,10	30	4,90
−2,4	−12,9	2,27	33	4,54	−2,4	−13,3	2,20	32	4,65	−2,4	−13,7	2,13	31	4,77	−2,4	−14,1	2,06	30	4,89	−2,4	−14,5	1,99	28	5,01
−2,5	−13,5	2,18	32	4,65	−2,5	−13,9	2,09	31	4,76	−2,5	−14,3	2,02	29	4,88	−2,5	−14,8	1,95	28	5,00	−2,5	−15,2	1,88	27	5,12
−2,6	−14,2	2,04	30	4,77	−2,6	−14,6	1,97	29	4,88	−2,6	−15,1	1,90	28	5,00	−2,6	−15,5	1,83	26	5,12	−2,6	−16,0	1,76	25	5,24
−2,7	−14,9	1,93	28	4,88	−2,7	−15,3	1,86	27	4,99	−2,7	−15,8	1,79	26	5,11	−2,7	−16,3	1,72	25	5,23	−2,7	−16,8	1,65	24	5,35
−2,8	−15,6	1,82	27	4,99	−2,8	−16,1	1,75	26	5,10	−2,8	−16,6	1,68	24	5,22	−2,8	−17,1	1,61	23	5,34	−2,8	−17,6	1,54	22	5,46
−2,9	−16,3	1,71	25	5,10	−2,9	−16,8	1,64	24	5,21	−2,9	−17,4	1,57	23	5,33	−2,9	−17,9	1,50	22	5,45	−2,9	−18,5	1,43	20	5,57
−3,0	−17,1	1,60	23	5,21	−3,0	−17,7	1,53	22	5,32	−3,0	−18,2	1,46	21	5,44	−3,0	−18,8	1,39	20	5,56	−3,0	−19,4	1,32	19	5,68
−3,1	−18,0	1,49	22	5,32	−3,1	−18,5	1,42	21	5,43	−3,1	−19,1	1,35	20	5,55	−3,1	−19,8	1,28	18	5,67	−3,1	−20,4	1,21	17	5,79
−3,2	−18,9	1,38	20	5,43	−3,2	−19,5	1,31	19	5,54	−3,2	−20,1	1,24	18	5,66	−3,2	−20,8	1,17	17	5,78	−3,2	−21,5	1,10	16	5,90

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice, 1986*, p.45

Tabelul 2

Sfîrșitul 1

t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d
		−8,5					−8,4					−8,3					−8,2					−8,1		
−10,0	−17,6	1,51	38	1,68	−9,0	−17,4	1,67	48	1,68	−9,8	−17,2	1,59	49	1,68	−9,7	−17,1	1,61	49	1,69	−9,6	−16,8	1,64	49	1,68
−10,1	−18,3	1,45	45	1,77	−10,0	−18,1	1,47	45	1,76	−9,9	−17,9	1,50	46	1,77	−9,8	−17,7	1,52	46	1,78	−9,7	−17,6	1,51	46	1,78
−10,2	−19,1	1,36	42	1,86	−10,1	−18,9	1,38	42	1,87	−10,0	−18,7	1,40	43	1,87	−9,9	−18,5	1,43	43	1,87	−9,8	−18,3	1,45	44	1,87
−10,3	−19,9	1,27	39	1,95	−10,2	−19,7	1,29	40	1,96	−10,1	−19,5	1,31	40	1,96	−10,0	−19,3	1,33	40	1,97	−9,9	−19,1	1,36	41	1,96
−10,4	−20,8	1,17	36	2,05	−10,3	−20,5	1,20	37	2,05	−10,2	−20,3	1,22	37	2,05	−10,1	−20,1	1,24	38	2,06	−10,0	−19,9	1,26	38	2,06
−10,5	−21,7	1,08	34	2,14	−10,4	−21,5	1,10	34	2,15	−10,3	−21,2	1,13	35	2,14	−10,2	−21,0	1,15	35	2,15	−10,1	−20,8	1,17	35	2,15
−10,6	−22,7	0,99	31	2,23	−10,5	−22,5	1,01	31	2,24	−10,4	−22,3	1,03	31	2,24	−10,3	−21,0	1,06	32	2,24	−10,2	−21,7	1,08	33	2,24
−10,7	−23,8	0,90	28	2,32	−10,6	−23,6	0,92	28	2,33	−10,5	−23,3	0,94	29	2,33	−10,4	−23,1	0,96	29	2,34	−10,3	−22,7	0,99	30	2,33
−10,8	−25,0	0,81	25	2,41	−10,7	−24,7	0,83	26	2,42	−10,6	−24,4	0,85	26	2,42	−10,5	−24,2	0,87	26	2,43	−10,4	−23,9	0,89	27	2,43
−10,9	−26,4	0,71	22	2,51	−10,8	−26,0	0,74	23	2,51	−10,6	−25,4	0,78	24	2,52	−10,6	−25,4	0,78	24	2,52	−10,5	−25,1	0,80	24	2,52
−11,0	−27,9	0,62	19	2,59	−10,9	−27,5	0,64	20	2,61	−10,8	−27,0	0,67	20	2,60	−10,7	−26,7	0,69	21	2,61	−10,6	−26,4	0,71	21	2,61
−11,1	−29,6	0,53	16	2,69	−11,0	−29,2	0,55	17	2,70	−10,9	−28,8	0,57	17	2,70	−10,8	−28,4	0,59	18	2,71	−10,7	−27,9	0,62	19	2,70
−11,2	−31,5	0,44	11	2,78	−11,1	−31,1	0,46	14	2,79	−11,0	−30,6	0,48	15	2,79	−10,9	−30,2	0,50	15	2,80	−10,8	−29,8	0,52	16	2,80
−11,3	−33,9	0,35	11	2,87	−11,2	−33,3	0,37	11	2,88	−11,1	−32,8	0,39	12	2,88	−11,0	−32,3	0,41	12	2,89	−10,9	−31,8	0,43	13	2,89
−11,4	−36,0	0,26	8	2,96	−11,3	−36,1	0,28	9	2,97	−11,2	−35,5	0,30	9	2,97	−11,1	−34,8	0,32	10	2,98	−11,0	−34,2	0,34	10	2,98
		−7,5					−7,4					−7,3					−7,2					−7,1		
−7,8	−7,5	3,48	100	0,00	−7,2	−7,4	3,51	100	0,00	−7,1	−7,3	3,53	100	0,00	−7,0	−7,2	3,56	100	0,00	−6,9	−7,1	3,59	100	0,00
−7,4	−8,1	3,32	96	0,16	−7,3	−8,0	3,36	96	0,15	−7,2	−7,8	3,39	98	0,14	−7,1	−7,7	3,42	96	0,14	−7,0	−7,6	3,45	96	0,14
−7,5	−8,4	3,24	93	0,24	−7,4	−8,3	3,26	93	0,25	−7,3	−8,2	3,29	93	0,24	−7,2	−8,1	3,32	93	0,24	−7,1	−8,0	3,35	93	0,24
−7,6	−8,8	3,14	90	0,34	−7,5	−8,7	3,17	90	0,34	−7,4	−8,6	3,19	90	0,34	−7,3	−8,5	3,22	90	0,34	−7,2	−8,4	3,25	91	0,34
−7,7	−9,2	3,04	87	0,44	−7,6	−9,1	3,07	87	0,44	−7,5	−9,0	3,09	88	0,44	−7,4	−8,9	3,12	88	0,44	−7,3	−8,8	3,15	88	0,44
−7,8	−9,7	2,91	84	0,54	−7,7	−9,5	2,97	85	0,54	−7,6	−9,4	3,00	85	0,53	−7,5	−9,3	3,02	85	0,54	−7,4	−9,2	3,05	85	0,54
−7,9	−10,1	2,84	82	0,64	−7,8	−10,0	2,87	82	0,64	−7,7	−9,8	2,90	82	0,63	−7,6	−9,7	2,93	82	0,63	−7,5	−9,6	2,95	82	0,64
−8,0	−10,5	2,75	79	0,73	−7,9	−10,4	2,77	79	0,74	−7,8	−10,3	2,80	79	0,73	−7,7	−10,1	2,83	79	0,73	−7,6	−10,0	2,85	80	0,73
−8,1	−11,0	2,65	76	0,83	−8,0	−10,8	2,68	76	0,83	−7,9	−10,7	2,70	76	0,83	−7,8	−10,6	2,73	77	0,83	−7,7	−10,5	2,76	77	0,83
−8,2	−11,5	2,55	73	0,93	−8,1	−11,3	2,58	74	0,93	−8,0	−11,2	2,61	74	0,92	−7,9	−11,1	2,63	74	0,93	−7,8	−10,9	2,66	74	0,93
−8,3	−11,9	2,46	71	1,02	−8,2	−11,8	2,48	71	1,03	−8,1	−11,6	2,51	71	1,02	−8,0	−11,5	2,54	71	1,02	−7,9	−11,4	2,56	71	1,03
−8,4	−12,4	2,36	68	1,12	−8,3	−12,3	2,39	68	1,12	−8,2	−12,2	2,41	68	1,12	−8,1	−12,0	2,44	68	1,12	−8,0	−11,9	2,47	69	1,12
−8,5	−13,0	2,26	65	1,22	−8,4	−12,8	2,29	65	1,22	−8,3	−12,6	2,32	66	1,21	−8,2	−12,5	2,34	66	1,22	−8,1	−12,4	2,37	66	1,22
−8,6	−13,5	2,17	62	1,31	−8,5	−13,3	2,19	62	1,32	−8,4	−13,2	2,22	63	1,31	−8,3	−13,0	2,25	63	1,31	−8,2	−12,9	2,27	63	1,32
−8,7	−14,0	2,07	59	1,41	−8,6	−13,9	2,10	60	1,41	−8,5	−13,7	2,12	60	1,41	−8,4	−13,6	2,15	60	1,41	−8,3	−13,4	2,18	61	1,41
−8,8	−14,6	1,98	57	1,50	−8,7	−14,4	2,00	57	1,51	−8,6	−14,3	2,03	58	1,50	−8,5	−14,1	2,05	58	1,51	−8,4	−14,0	2,08	58	1,51
−8,9	−15,2	1,88	54	1,60	−8,8	−15,0	1,91	54	1,60	−8,7	−14,9	1,93	55	1,60	−8,6	−14,7	1,96	55	1,60	−8,5	−14,6	1,98	55	1,61
−9,0	−15,9	1,78	51	1,70	−8,9	−15,7	1,81	52	1,70	−8,8	−15,5	1,84	52	1,69	−8,7	−15,3	1,86	52	1,70	−8,6	−15,1	1,89	53	1,70
−9,1	−16,5	1,69	49	1,79	−9,0	−16,3	1,71	49	1,80	−8,9	−16,1	1,74	49	1,79	−8,8	−15,9	1,77	49	1,79	−8,7	−15,8	1,79	50	1,80
−9,2	−17,1	1,60	46	1,88	−9,1	−17,0	1,62	46	1,89	−9,0	−16,8	1,64	46	1,89	−8,9	−16,6	1,67	47	1,89	−8,8	−16,4	1,70	47	1,89
−9,3	−17,9	1,50	43	1,98	−9,2	−17,7	1,53	44	1,98	−9,1	−17,5	1,55	44	1,98	−9,0	−17,4	1,57	44	1,99	−8,9	−17,1	1,60	45	1,99
−9,4	−18,6	1,41	41	2,07	−9,3	−18,5	1,43	41	2,08	−9,2	−18,3	1,45	41	2,08	−9,1	−18,1	1,48	42	2,08	−9,0	−17,9	1,50	42	2,09
−9,5	−19,5	1,31	38	2,17	−9,4	−19,2	1,34	38	2,17	−9,3	−19,1	1,36	39	2,17	−9,2	−18,9	1,38	39	2,18	−9,1	−18,7	1,41	39	2,18
−9,6	−20,3	1,22	35	2,26	−9,5	−20,1	1,24	35	2,27	−9,4	−19,9	1,27	36	2,26	−9,3	−19,7	1,29	36	2,27	−9,2	−19,5	1,31	36	2,28
−9,7	−21,2	1,12	32	2,36	−9,6	−21,0	1,15	33	2,36	−9,5	−20,8	1,17	33	2,36	−9,4	−20,5	1,20	34	2,36	−9,3	−20,3	1,22	34	2,37
−9,8	−22,3	1,03	30	2,45	−9,7	−22,0	1,05	30	2,46	−9,6	−21,7	1,08	31	2,45	−9,5	−21,5	1,10	31	2,46	−9,4	−21,2	1,13	31	2,46
−9,9	−23,0	0,94	27	2,54	−9,8	−23,1	0,96	27	2,55	−9,7	−22,8	0,98	28	2,55	−9,6	−22,5	1,01	28	2,55	−9,5	−22,3	1,03	29	2,56
−10,0	−24,0	0,84	24	2,64	−9,9	−24,2	0,87	25	2,64	−9,8	−23,9	0,89	25	2,64	−9,7	−23,7	0,91	26	2,65	−9,6	−23,3	0,91	26	2,65
−10,1	−25,8	0,75	22	2,73	−10,0	−25,5	0,77	22	2,74	−9,9	−25,1	0,80	23	2,73	−9,8	−24,8	0,82	23	2,74	−9,7	−24,6	0,84	23	2,75
−10,2	−27,2	0,66	19	2,82	−10,1	−26,9	0,68	19	2,83	−10,0	−26,6	0,70	20	2,83	−9,9	−26,1	0,73	21	2,83	−9,8	−25,8	0,75	21	2,84
−10,3	−29,0	0,58	16	2,92	−10,2	−28,4	0,59	17	2,92	−10,1	−28,1	0,61	17	2,92	−10,0	−27,7	0,63	18	2,93	−9,9	−27,2	0,66	18	2,93
−10,4	−30,8	0,47	14	3,01	−10,3	−30,4	0,49	14	3,02	−10,2	−29,8	0,52	15	3,01	−10,1	−29,4	0,54	15	3,02	−10,0	−29,0	0,56	16	3,03
−10,5	−33,0	0,38	11	3,10	−10,4	−32,5	0,40	11	3,11	−10,3	−32,0	0,42	12	3,11	−10,2	−31,5	0,45	13	3,11	−10,1	−30,8	0,47	13	3,12
−10,6	−35,8	0,29	8	3,19	−10,5	−35,1	0,31	9	3,20	−10,4	−34,5	0,33	9	3,20	−10,3	−33,9	0,35	10	3,21	−10,2	−33,0	0,38	11	3,21
−10,7	−39,5	0,20	6	3,28	−10,6	−38,5	0,22	6	3,29	−10,5	−37,7	0,24	7	3,29	−10,4	−36,9	0,26	7	3,30	−10,3	−36,1	0,28	8	3,31
		−6,5					−6,4					−6,3					−6,2					−6,1		
−6,3	−6,5	3,76	100	0,00	−6,2	−6,4	3,79	100	0,00	−6,1	−6,3	3,82	100	0,00	−6,0	−6,2	3,85	100	0,00	−5,9	−6,1	3,88	100	0,00
−6,4	−7,0	3,63	97	0,13	−6,3	−6,8	3,66	97	0,13	−6,2	−6,7	3,69	97	0,13	−6,1	−6,6	3,72	97	0,13	−6,0	−6,6	3,75	97	0,13
−6,5	−7,3	3,53	94	0,23	−6,4	−7,2	3,56	94	0,23	−6,3	−7,1	3,59	94	0,23	−6,2	−7,0	3,62	94	0,23	−6,1	−6,9	3,65	94	0,23
−6,6	−7,7	3,43	91	0,33	−6,5	−7,6	3,46	91	0,33	−6,4	−7,5	3,49	91	0,33	−6,3	−7,4	3,52	91	0,33	−6,2	−7,2	3,55	91	0,33
−6,7	−8,1	3,33	89	0,43	−6,6	−8,0	3,36	89	0,43	−6,5	−7,8	3,39	89	0,43	−6,4	−7,7	3,42	89	0,43	−6,3	−7,6	3,45	89	0,43
−6,8	−8,5	3,23	86	0,53	−6,7	−8,3	3,26	86	0,53	−6,6	−8,2	3,29	86	0,53	−6,5	−8,1	3,32	86	0,53	−6,4	−8,0	3,35	86	0,53
−6,9	−8,9	3,13	83	0,63	−6,8	−8,7	3,16	83	0,63	−6,7	−8,6	3,19	84	0,63	−6,6	−8,5	3,22	84	0,63	−6,5	−8,4	3,25	84	0,63
−7,0	−9,3	3,03	81	0,73	−6,9	−9,2	3,06	81	0,73	−6,8	−9,0	3,09	81	0,73	−6,7	−8,9	3,12	81	0,73	−6,6	−8,8	3,15	81	0,73
−7,1	−9,7	2,93	78	0,83	−7,0	−9,6	2,96	78	0,83	−6,9	−9,4	2,99	78	0,83	−6,8	−9,3	3,02	78	0,83	−6,7	−9,2	3,05	79	0,83
−7,2	−10,1	2,83	75	0,93	−7,1	−10,0	2,86	75	0,93	−7,0	−9,9	2,89	76	0,93	−6,9	−9,7	2,92	76	0,93	−6,8	−9,6	2,95	76	0,93
−7,3	−10,6	2,73	73	1,03	−7,2	−10,5	2,76	73	1,03	−7,1	−10,3	2,79	73	1,03	−7,0	−10,2	2,82	73	1,03	−6,9	−10,1	2,85	73	1,03
−7,4	−11,1	2,63	70	1,13	−7,3	−10,9	2,66	70	1,13	−7,2	−10,8	2,69	70	1,13	−7,1	−10,6	2,72	71	1,13	−7,0	−10,5	2,75	71	1,13
−7,5	−11,6	2,53	67	1,23	−7,4	−11,4	2,56	68	1,23	−7,3	−11,3	2,59	68	1,23	−7,2	−11,1	2,62	68	1,23	−7,1	−11,0	2,65	68	1,24
−7,6	−12,0	2,44	65	1,32	−7,5	−11,9	2,46	65	1,33	−7,4	−11,7	2,49	65	1,33	−7,3	−11,6	2,52	65	1,33	−7,2	−11,5	2,55	66	1,33
−7,7	−12,5	2,34	62	1,42	−7,6	−12,4	2,37	63	1,42	−7,5	−12,3	2,39	63	1,43	−7,4	−12,1	2,42	63	1,43	−7,3	−12,0	2,45	63	1,43
−7,8	−13,1	2,24	60	1,52	−7,7	−12,9	2,27	60	1,52	−7,6	−12,7	2,30	60	1,52	−7,5	−12,6	2,32	60	1,53	−7,4	−12,5	2,35	61	1,53
−7,9	−13,6	2,14	57	1,62	−7,8	−13,5	2,17	57	1,62	−7,7	−13,3	2,20	58	1,62	−7,6	−13,1	2,23	58	1,62	−7,5	−13,0	2,25	58	1,63
−8,0	−14,1	2,05	55	1,71	−7,9	−14,0	2,07	55	1,72	−7,8	−13,9	2,10	55	1,72	−7,7	−13,7	2,13	55	1,72	−7,6	−13,5	2,16	56	1,72
−8,1	−14,8	1,95	52	1,81	−8,0	−14,6	1,98	52	1,81	−7,9	−14,4	2,00	52	1,82	−7,8	−14,3	2,03	53	1,82	−7,7	−14,1	2,06	53	1,82
−8,2	−15,4	1,85	49	1,91	−8,1	−15,2	1,88	50	1,91	−8,0	−15,1	1,90	50	1,92	−7,9	−14,9	1,93	50	1,92	−7,8	−14,7	1,96	51	1,92
−8,3	−16,1	1,76	47	2,01	−8,2	−15,9	1,78	47	2,01	−8,1	−15,7	1,81	47	2,01	−8,0	−15,5	1,83	48	2,02	−7,9	−15,3	1,86	48	2,02

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice, 1986*, p.35

Gheață!

p hPa		t − t'																			
se adună	se scade	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
1000	1000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
990	1010	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
980	1020	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14
970	1030	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
960	1040	0,00	0,01	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24	0,25	0,27	0,28
950	1050	0,00	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35
940	1060	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42
930	1070	0,00	0,02	0,05	0,07	0,10	0,12	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,49
920	1080	0,00	0,03	0,06	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,53	0,56
910	1090	0,00	0,03	0,06	0,09	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,54	0,57	0,60	0,63
900	1100	0,00	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,56	0,60	0,63	0,67	0,70
890		0,00	0,04	0,08	0,12	0,15	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,69	0,73	0,77
880		0,00	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,55	0,59	0,64	0,68	0,73	0,77	0,82	0,86
870		0,00	0,05	0,09	0,14	0,18	0,23	0,27	0,32	0,36	0,41	0,46	0,50	0,55	0,59	0,64	0,68	0,73	0,77	0,82	0,87	0,91
860		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98
850		0,00	0,05	0,11	0,16	0,21	0,26	0,32	0,37	0,42	0,47	0,53	0,58	0,63	0,68	0,74	0,79	0,84	0,89	0,95	1,00	1,05
840		0,00	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,34	0,39	0,45	0,50	0,56	0,62	0,67	0,73	0,79	0,84	0,90	0,95	1,01	1,07	1,12
830		0,00	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,66	0,71	0,77	0,83	0,89	0,95	1,01	1,07	1,13	1,19
820		0,00	0,06	0,12	0,19	0,25	0,32	0,38	0,44	0,50	0,57	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88	0,94	1,01	1,08	1,14	1,20	1,26
810		0,00	0,07	0,13	0,20	0,27	0,33	0,40	0,47	0,53	0,60	0,67	0,73	0,78	0,87	0,93	1,00	1,07	1,13	1,20	1,26	1,33
800		0,00	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98	1,05	1,12	1,19	1,26	1,33	1,40
790		0,00	0,07	0,15	0,22	0,29	0,37	0,44	0,52	0,59	0,66	0,74	0,81	0,88	0,96	1,03	1,10	1,17	1,25	1,32	1,40	1,47
780		0,00	0,08	0,15	0,23	0,31	0,39	0,46	0,54	0,62	0,69	0,77	0,85	0,93	1,00	1,08	1,16	1,23	1,31	1,39	1,46	1,54
770		0,00	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	0,73	0,81	0,89	0,97	1,05	1,13	1,21	1,29	1,37	1,45	1,53	1,61
760		0,00	0,08	0,17	0,25	0,34	0,42	0,50	0,59	0,67	0,76	0,84	0,92	1,01	1,09	1,18	1,26	1,34	1,43	1,51	1,60	1,68
750		0,00	0,09	0,18	0,26	0,35	0,44	0,53	0,61	0,70	0,79	0,88	0,96	1,05	1,14	1,23	1,31	1,40	1,49	1,58	1,66	1,75
740		0,00	0,09	0,18	0,27	0,36	0,46	0,55	0,64	0,74	0,82	0,91	1,00	1,09	1,18	1,28	1,37	1,46	1,55	1,64	1,73	1,82
730		0,00	0,09	0,19	0,28	0,38	0,47	0,57	0,66	0,76	0,85	0,95	1,04	1,14	1,23	1,33	1,42	1,52	1,61	1,70	1,80	1,90
720		0,00	0,10	0,20	0,29	0,39	0,49	0,59	0,69	0,78	0,88	0,98	1,08	1,18	1,27	1,37	1,47	1,57	1,67	1,77	1,86	1,96
710		0,00	0,10	0,20	0,30	0,41	0,51	0,61	0,71	0,81	0,92	1,02	1,12	1,22	1,32	1,42	1,52	1,62	1,73	1,83	1,93	2,03
700		0,00	0,11	0,21	0,32	0,42	0,53	0,63	0,74	0,84	0,95	1,05	1,16	1,26	1,37	1,47	1,58	1,68	1,79	1,89	2,00	2,10
690		0,00	0,11	0,22	0,33	0,43	0,54	0,65	0,76	0,87	0,98	1,09	1,20	1,30	1,41	1,52	1,63	1,74	1,85	1,96	2,07	2,18
680		0,00	0,11	0,22	0,34	0,45	0,56	0,67	0,78	0,90	1,01	1,12	1,23	1,35	1,46	1,57	1,68	1,79	1,90	2,02	2,13	2,24
670		0,00	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58	0,69	0,81	0,93	1,04	1,16	1,27	1,39	1,50	1,62	1,73	1,85	1,97	2,08	2,20	2,31
660		0,00	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,83	0,95	1,07	1,19	1,31	1,43	1,55	1,67	1,79	1,91	2,02	2,14	2,26	2,38
650		0,00	0,12	0,25	0,37	0,49	0,61	0,74	0,86	0,98	1,10	1,23	1,35	1,47	1,59	1,72	1,84	1,96	2,08	2,21	2,33	2,45
640		0,00	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13	1,26	1,39	1,51	1,64	1,77	1,89	2,02	2,14	2,27	2,40	2,52
630		0,00	0,13	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78	0,91	1,04	1,17	1,30	1,43	1,56	1,69	1,82	1,94	2,07	2,20	2,33	2,46	2,59
620		0,00	0,13	0,27	0,40	0,53	0,67	0,80	0,93	1,07	1,20	1,33	1,47	1,60	1,73	1,87	2,00	2,13	2,26	2,40	2,53	2,66
610		0,00	0,14	0,27	0,41	0,55	0,68	0,82	0,96	1,09	1,23	1,37	1,50	1,64	1,78	1,91	2,05	2,19	2,32	2,46	2,60	2,73
600		0,00	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,54	1,68	1,82	1,96	2,10	2,24	2,38	2,52	2,66	2,81
590		0,00	0,14	0,29	0,43	0,57	0,72	0,86	1,01	1,15	1,29	1,44	1,58	1,72	1,87	2,01	2,15	2,30	2,44	2,59	2,73	2,87
580		0,00	0,15	0,29	0,44	0,59	0,74	0,88	1,03	1,18	1,32	1,47	1,62	1,76	1,91	2,06	2,21	2,35	2,50	2,65	2,80	2,94
570		0,00	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,06	1,21	1,36	1,51	1,66	1,81	1,96	2,11	2,26	2,41	2,56	2,71	2,86	3,02
560		0,00	0,15	0,31	0,46	0,62	0,77	0,93	1,08	1,23	1,39	1,54	1,70	1,85	2,00	2,16	2,31	2,47	2,62	2,78	2,93	3,09
550		0,00	0,16	0,32	0,47	0,63	0,79	0,95	1,10	1,26	1,42	1,58	1,74	1,89	2,05	2,21	2,37	2,52	2,68	2,84	3,00	3,16

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice, 1986*, p.230

Tabelul 2

Gheață

t'	t_d	e	f	d
		−8,5		
−10,0	−17,6	1,54	48	1,68
−10,1	−18,3	1,45	45	1,77
−10,2	−19,1	1,36	42	1,86
−10,3	−19,9	1,27	39	1,95
−10,4	−20,8	1,17	36	2,05
−10,5	−21,7	1,08	34	2,14
−10,6	−22,7	0,99	31	2,23
−10,7	−23,8	0,90	28	2,32
−10,8	−25,0	0,81	25	2,41
−10,9	−26,4	0,71	22	2,51
−11,0	−27,9	0,62	19	2,60
−11,1	−29,6	0,53	16	2,69
−11,2	−31,5	0,44	14	2,78
−11,3	−33,9	0,35	11	2,87
−11,4	−36,9	0,26	8	2,96

t'	t_d	e	f	d
		−8,4		
−9,9	−17,4	1,57	48	1,68
−10,0	−18,1	1,47	45	1,78
−10,1	−18,9	1,38	42	1,87
−10,2	−19,7	1,29	40	1,96
−10,3	−20,5	1,20	37	2,05
−10,4	−21,5	1,10	34	2,15
−10,5	−22,5	1,01	31	2,24
−10,6	−23,5	0,92	28	2,33
−10,7	−24,7	0,83	26	2,42
−10,8	−26,0	0,74	23	2,51
−10,9	−27,5	0,64	20	2,61
−11,0	−29,2	0,55	17	2,70
−11,1	−31,1	0,46	14	2,79
−11,2	−33,3	0,37	11	2,88
−11,3	−36,1	0,28	9	2,97

t'	t_d	e	f	d
		−8,3		
−9,8	−17,2	1,59	49	1,68
−9,9	−17,9	1,50	46	1,77
−10,0	−18,7	1,40	43	1,87
−10,1	−19,5	1,31	40	1,96
−10,2	−20,3	1,22	37	2,05
−10,3	−21,2	1,13	35	2,14
−10,4	−22,3	1,03	31	2,24
−10,5	−23,3	0,94	29	2,33
−10,6	−24,4	0,85	26	2,42
−10,7	−25,7	0,76	23	2,51
−10,8	−27,0	0,67	20	2,60
−10,9	−28,8	0,57	17	2,70
−11,0	−30,6	0,48	15	2,79
−11,1	−32,8	0,39	12	2,88
−11,2	−35,5	0,30	9	2,97

t'	t_d	e	f	d
		−8,2		
−9,7	−17,1	1,61	49	1,69
−9,8	−17,7	1,52	46	1,78
−9,9	−18,6	1,43	43	1,87
−10,0	−19,3	1,33	40	1,97
−10,1	−20,1	1,24	38	2,06
−10,2	−21,0	1,15	35	2,15
−10,3	−21,9	1,06	32	2,24
−10,4	−23,1	0,96	29	2,34
−10,5	−24,2	0,87	26	2,43
−10,6	−25,4	0,78	24	2,52
−10,7	−26,7	0,69	21	2,61
−10,8	−28,4	0,59	18	2,71
−10,9	−30,2	0,50	15	2,80
−11,0	−32,3	0,41	12	2,89
−11,1	−34,8	0,32	10	2,98

t'	t_d	e	f	d
		−8,1		
−9,6	−16,8	1,64	49	1,68
−9,7	−17,6	1,54	46	1,78
−9,8	−18,3	1,45	44	1,87
−9,9	−19,1	1,36	41	1,96
−10,0	−19,9	1,26	38	2,06
−10,1	−20,8	1,17	35	2,15
−10,2	−21,7	1,08	33	2,24
−10,3	−22,7	0,99	30	2,33
−10,4	−23,9	0,89	27	2,43
−10,5	−25,1	0,80	24	2,52
−10,6	−26,4	0,71	21	2,61
−10,7	−27,9	0,62	19	2,70
−10,8	−29,8	0,52	16	2,80
−10,9	−31,6	0,43	13	2,89
−11,0	−34,2	0,34	10	2,98

t'	t_d	e	f	d
		−7,5		
−7,3	−7,5	3,48	100	0,00
−7,4	−8,1	3,33	96	0,15
−7,5	−8,4	3,24	93	0,24
−7,6	−8,8	3,14	90	0,34
−7,7	−9,2	3,04	87	0,44
−7,8	−9,7	2,94	84	0,54
−7,9	−10,1	2,84	82	0,64
−8,0	−10,5	2,75	79	0,73
−8,1	−11,0	2,65	76	0,83
−8,2	−11,5	2,55	73	0,93
−8,3	−11,9	2,46	71	1,02
−8,4	−12,4	2,36	68	1,12
−8,5	−13,0	2,26	65	1,22
−8,6	−13,5	2,17	62	1,31
−8,7	−14,0	2,07	59	1,41
−8,8	−14,6	1,98	57	1,50
−8,9	−15,2	1,88	54	1,60
−9,0	−15,9	1,78	51	1,70
−9,1	−16,5	1,69	49	1,79
−9,2	−17,1	1,60	46	1,88
−9,3	−17,9	1,50	43	1,98
−9,4	−18,6	1,41	41	2,07
−9,5	−19,5	1,31	38	2,17
−9,6	−20,3	1,22	35	2,26
−9,7	−21,3	1,12	32	2,36
−9,8	−22,3	1,03	30	2,45
−9,9	−23,3	0,94	27	2,54
−10,0	−24,6	0,84	24	2,64
−10,1	−25,8	0,75	22	2,73
−10,2	−27,2	0,66	19	2,82
−10,3	−29,0	0,56	16	2,92
−10,4	−30,8	0,47	14	3,01
−10,5	−33,0	0,38	11	3,10
−10,6	−35,8	0,29	8	3,19
−10,7	−39,5	0,20	6	3,28

t'	t_d	e	f	d
		−7,4		
−7,2	−7,4	3,51	100	0,00
−7,3	−8,0	3,36	96	0,15
−7,4	−8,3	3,26	93	0,25
−7,5	−8,7	3,17	90	0,34
−7,6	−9,1	3,07	87	0,44
−7,7	−9,5	2,97	85	0,54
−7,8	−10,0	2,87	82	0,64
−7,9	−10,4	2,77	79	0,74
−8,0	−10,8	2,68	76	0,83
−8,1	−11,3	2,58	74	0,93
−8,2	−11,8	2,48	71	1,03
−8,3	−12,3	2,39	68	1,12
−8,4	−12,8	2,29	65	1,22
−8,5	−13,3	2,19	62	1,32
−8,6	−13,9	2,10	60	1,41
−8,7	−14,4	2,00	57	1,51
−8,8	−15,0	1,91	54	1,60
−8,9	−15,7	1,81	52	1,70
−9,0	−16,3	1,71	49	1,80
−9,1	−17,0	1,62	46	1,89
−9,2	−17,7	1,53	44	1,98
−9,3	−18,5	1,43	41	2,08
−9,4	−19,2	1,34	38	2,17
−9,5	−20,1	1,24	35	2,27
−9,6	−21,0	1,15	33	2,36
−9,7	−22,0	1,05	30	2,46
−9,8	−23,1	0,96	27	2,55
−9,9	−24,2	0,87	25	2,64
−10,0	−25,5	0,77	22	2,74
−10,1	−26,9	0,68	19	2,83
−10,2	−28,4	0,59	17	2,92
−10,3	−30,4	0,49	14	3,02
−10,4	−32,5	0,40	11	3,11
−10,5	−35,1	0,31	9	3,20
−10,6	−38,5	0,22	6	3,29

t'	t_d	e	f	d
		−7,3		
−7,1	−7,3	3,53	100	0,00
−7,2	−7,8	3,39	96	0,14
−7,3	−8,2	3,29	93	0,24
−7,4	−8,6	3,19	90	0,34
−7,5	−9,0	3,09	88	0,44
−7,6	−9,4	3,00	85	0,53
−7,7	−9,8	2,90	82	0,63
−7,8	−10,3	2,80	79	0,73
−7,9	−10,7	2,70	76	0,83
−8,0	−11,2	2,61	74	0,92
−8,1	−11,6	2,51	71	1,02
−8,2	−12,2	2,41	68	1,12
−8,3	−12,6	2,32	66	1,21
−8,4	−13,2	2,22	63	1,31
−8,5	−13,7	2,12	60	1,41
−8,6	−14,3	2,03	58	1,50
−8,7	−14,9	1,93	55	1,60
−8,8	−15,5	1,84	52	1,69
−8,9	−16,1	1,74	49	1,79
−9,0	−16,8	1,64	46	1,89
−9,1	−17,5	1,55	44	1,98
−9,2	−18,3	1,45	41	2,08
−9,3	−19,1	1,36	39	2,17
−9,4	−19,9	1,27	36	2,26
−9,5	−20,8	1,17	33	2,36
−9,6	−21,7	1,08	31	2,45
−9,7	−22,8	0,98	28	2,55
−9,8	−23,9	0,89	25	2,64
−9,9	−25,1	0,80	23	2,73
−10,0	−26,6	0,70	20	2,83
−10,1	−28,1	0,61	17	2,92
−10,2	−29,8	0,52	15	3,01
−10,3	−32,0	0,42	12	3,11
−10,4	−34,5	0,33	9	3,20
−10,5	−37,7	0,24	7	3,29

t'	t_d	e	f	d
		−7,2		
−7,0	−7,2	3,56	100	0,00
−7,1	−7,7	3,42	96	0,14
−7,2	−8,1	3,32	93	0,24
−7,3	−8,5	3,22	90	0,34
−7,4	−8,9	3,12	88	0,44
−7,5	−9,3	3,02	85	0,54
−7,6	−9,7	2,93	82	0,63
−7,7	−10,1	2,83	79	0,73
−7,8	−10,6	2,73	77	0,83
−7,9	−11,1	2,63	74	0,93
−8,0	−11,5	2,54	71	1,02
−8,1	−12,0	2,44	69	1,12
−8,2	−12,5	2,34	66	1,22
−8,3	−13,0	2,25	63	1,31
−8,4	−13,6	2,15	60	1,41
−8,5	−14,2	2,05	58	1,51
−8,6	−14,7	1,96	55	1,60
−8,7	−15,3	1,86	52	1,70
−8,8	−15,9	1,77	50	1,79
−8,9	−16,6	1,67	47	1,89
−9,0	−17,4	1,57	44	1,99
−9,1	−18,1	1,48	42	2,08
−9,2	−18,9	1,38	39	2,18
−9,3	−19,7	1,29	36	2,27
−9,4	−20,5	1,20	34	2,36
−9,5	−21,5	1,10	31	2,46
−9,6	−22,5	1,01	28	2,55
−9,7	−23,7	0,91	26	2,65
−9,8	−24,8	0,82	23	2,74
−9,9	−26,1	0,73	21	2,83
−10,0	−27,7	0,63	18	2,93
−10,1	−29,4	0,54	15	3,02
−10,2	−31,3	0,45	13	3,11
−10,3	−33,9	0,35	10	3,21
−10,4	−36,9	0,26	7	3,30

t'	t_d	e	f	d
		−7,1		
−6,9	−7,1	3,59	100	0,00
−7,0	−7,6	3,45	96	0,14
−7,1	−8,0	3,35	93	0,24
−7,2	−8,4	3,25	91	0,34
−7,3	−8,8	3,15	88	0,44
−7,4	−9,2	3,05	85	0,54
−7,5	−9,6	2,95	82	0,64
−7,6	−10,0	2,86	80	0,73
−7,7	−10,5	2,76	77	0,83
−7,8	−10,9	2,66	74	0,93
−7,9	−11,4	2,56	71	1,03
−8,0	−11,9	2,47	69	1,12
−8,1	−12,4	2,37	66	1,22
−8,2	−12,9	2,27	63	1,32
−8,3	−13,4	2,18	61	1,41
−8,4	−14,0	2,08	58	1,51
−8,5	−14,6	1,98	55	1,61
−8,6	−15,1	1,89	52	1,70
−8,7	−15,8	1,79	50	1,80
−8,8	−16,4	1,70	47	1,89
−8,9	−17,1	1,60	45	1,99
−9,0	−17,9	1,50	42	2,09
−9,1	−18,6	1,41	39	2,18
−9,2	−19,5	1,31	36	2,28
−9,3	−20,3	1,22	34	2,37
−9,4	−21,2	1,13	31	2,46
−9,5	−22,3	1,03	29	2,56
−9,6	−23,3	0,94	26	2,65
−9,7	−24,6	0,84	24	2,75
−9,8	−25,8	0,75	21	2,84
−9,9	−27,2	0,66	18	2,93
−10,0	−29,0	0,56	16	3,03
−10,1	−30,8	0,47	13	3,12
−10,2	−33,0	0,38	11	3,21
−10,3	−36,1	0,28	8	3,31

t'	t_d	e	f	d
		−6,5		
−6,3	−6,5	3,76	100	0,00
−6,4	−7,0	3,63	97	0,13
−6,5	−7,3	3,53	94	0,23
−6,6	−7,7	3,43	91	0,33
−6,7	−8,1	3,33	89	0,43
−6,8	−8,5	3,23	86	0,53
−6,9	−8,9	3,13	83	0,63
−7,0	−9,3	3,03	81	0,73
−7,1	−9,7	2,93	78	0,83
−7,2	−10,1	2,83	75	0,93
−7,3	−10,6	2,73	73	1,03
−7,4	−11,1	2,63	70	1,13
−7,5	−11,6	2,53	67	1,23
−7,6	−12,0	2,44	65	1,33
−7,7	−12,5	2,34	62	1,42
−7,8	−13,1	2,24	60	1,52
−7,9	−13,6	2,14	57	1,62
−8,0	−14,1	2,05	55	1,71
−8,1	−14,8	1,95	52	1,81
−8,2	−15,4	1,85	49	1,91
−8,3	−16,1	1,75	47	2,01

t'	t_d	e	f	d
		−6,4		
−6,2	−6,4	3,79	100	0,00
−6,3	−6,8	3,66	97	0,13
−6,4	−7,2	3,56	94	0,23
−6,5	−7,6	3,46	91	0,33
−6,6	−8,0	3,36	89	0,43
−6,7	−8,3	3,26	86	0,53
−6,8	−8,7	3,16	83	0,63
−6,9	−9,2	3,06	81	0,73
−7,0	−9,6	2,96	78	0,83
−7,1	−10,0	2,86	75	0,93
−7,2	−10,5	2,76	73	1,03
−7,3	−10,9	2,66	70	1,13
−7,4	−11,4	2,56	68	1,23
−7,5	−11,9	2,46	65	1,33
−7,6	−12,4	2,37	63	1,42
−7,7	−12,9	2,27	60	1,52
−7,8	−13,5	2,17	57	1,62
−7,9	−14,0	2,07	55	1,72
−8,0	−14,6	1,98	52	1,81
−8,1	−15,2	1,88	50	1,91
−8,2	−15,9	1,78	47	2,01

t'	t_d	e	f	d
		−6,3		
−6,1	−6,3	3,82	100	0,00
−6,2	−6,7	3,69	97	0,13
−6,3	−7,1	3,59	94	0,23
−6,4	−7,5	3,49	91	0,33
−6,5	−7,8	3,39	89	0,43
−6,6	−8,2	3,29	86	0,53
−6,7	−8,6	3,19	84	0,63
−6,8	−9,0	3,09	81	0,73
−6,9	−9,4	2,99	78	0,83
−7,0	−9,9	2,89	76	0,93
−7,1	−10,3	2,79	73	1,03
−7,2	−10,8	2,69	70	1,13
−7,3	−11,3	2,59	68	1,23
−7,4	−11,7	2,49	65	1,33
−7,5	−12,3	2,39	63	1,43
−7,6	−12,7	2,30	60	1,52
−7,7	−13,3	2,20	58	1,62
−7,8	−13,9	2,10	55	1,72
−7,9	−14,4	2,00	52	1,82
−8,0	−15,1	1,90	50	1,92
−8,1	−15,7	1,81	47	2,01

t'	t_d	e	f	d
		−6,2		
−6,0	−6,2	3,85	100	0,00
−6,1	−6,6	3,72	97	0,13
−6,2	−7,0	3,62	94	0,23
−6,3	−7,4	3,52	91	0,33
−6,4	−7,7	3,42	89	0,43
−6,5	−8,1	3,32	86	0,53
−6,6	−8,5	3,22	84	0,63
−6,7	−8,9	3,12	81	0,73
−6,8	−9,3	3,02	78	0,83
−6,9	−9,7	2,92	76	0,93
−7,0	−10,2	2,82	73	1,03
−7,1	−10,6	2,72	71	1,13
−7,2	−11,1	2,62	68	1,23
−7,3	−11,6	2,52	65	1,33
−7,4	−12,1	2,42	63	1,43
−7,5	−12,6	2,32	60	1,53
−7,6	−13,1	2,23	58	1,62
−7,7	−13,7	2,13	55	1,72
−7,8	−14,3	2,03	53	1,82
−7,9	−14,9	1,93	50	1,92
−8,0	−15,5	1,83	48	2,02

t'	t_d	e	f	d
		−6,1		
−5,9	−6,1	3,88	100	0,00
−6,0	−6,5	3,75	97	0,13
−6,1	−6,9	3,65	94	0,23
−6,2	−7,2	3,55	91	0,33
−6,3	−7,6	3,45	89	0,43
−6,4	−8,0	3,35	86	0,53
−6,5	−8,4	3,25	84	0,63
−6,6	−8,8	3,15	81	0,73
−6,7	−9,2	3,05	79	0,83
−6,8	−9,6	2,95	76	0,93
−6,9	−10,1	2,85	73	1,03
−7,0	−10,5	2,75	71	1,13
−7,1	−11,0	2,65	68	1,23
−7,2	−11,5	2,55	66	1,33
−7,3	−12,0	2,45	63	1,43
−7,4	−12,5	2,35	61	1,53
−7,5	−13,0	2,25	58	1,63
−7,6	−13,5	2,16	56	1,72
−7,7	−14,1	2,06	53	1,82
−7,8	−14,7	1,96	51	1,92
−7,9	−15,3	1,86	48	2,02

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice, 1986*, p.85

Apă

hPa	t − t'																				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
1100	0,00	0,03	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,47	0,50	0,55	0,57	0,60	0,63	0,67
1090	0,00	0,04	0,07	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,29	0,33	0,37	0,40	0,44	0,48	0,51	0,55	0,58	0,62	0,66	0,69	0,73
1080	0,00	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	0,80
1070	0,00	0,04	0,09	0,13	0,17	0,22	0,26	0,30	0,35	0,39	0,43	0,47	0,52	0,56	0,60	0,65	0,69	0,73	0,78	0,82	0,86
1060	0,00	0,05	0,09	0,14	0,19	0,23	0,28	0,33	0,37	0,42	0,46	0,51	0,56	0,60	0,65	0,70	0,74	0,79	0,84	0,88	0,93
1050	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
1040	0,00	0,05	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,53	0,58	0,64	0,69	0,74	0,80	0,85	0,90	0,96	1,01	1,06
1030	0,00	0,06	0,11	0,17	0,23	0,28	0,34	0,39	0,45	0,51	0,56	0,62	0,68	0,73	0,79	0,85	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13
1020	0,00	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,90	0,96	1,02	1,08	1,13	1,19
1010	0,00	0,06	0,13	0,19	0,25	0,32	0,38	0,44	0,50	0,57	0,63	0,69	0,76	0,82	0,88	0,95	1,01	1,07	1,13	1,20	1,26
1000	0,00	0,07	0,13	0,20	0,27	0,33	0,40	0,46	0,53	0,60	0,66	0,73	0,80	0,86	0,93	1,00	1,06	1,13	1,19	1,26	1,33
990	0,00	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98	1,04	1,11	1,18	1,25	1,32	1,39
980	0,00	0,07	0,15	0,22	0,29	0,36	0,44	0,51	0,58	0,66	0,73	0,80	0,88	0,95	1,02	1,09	1,17	1,24	1,31	1,39	1,46
970	0,00	0,08	0,15	0,23	0,31	0,38	0,46	0,53	0,61	0,69	0,76	0,84	0,92	0,99	1,07	1,14	1,22	1,30	1,37	1,45	1,53
960	0,00	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,88	0,96	1,03	1,11	1,19	1,27	1,35	1,43	1,51	1,59
950	0,00	0,08	0,17	0,25	0,33	0,41	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83	0,91	0,99	1,08	1,16	1,24	1,33	1,41	1,49	1,58	1,66
940	0,00	0,09	0,17	0,26	0,34	0,43	0,52	0,60	0,69	0,78	0,86	0,95	1,03	1,12	1,21	1,29	1,38	1,47	1,55	1,64	1,72
930	0,00	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,98	1,07	1,16	1,25	1,34	1,43	1,52	1,61	1,70	1,79
920	0,00	0,09	0,19	0,28	0,37	0,46	0,56	0,65	0,74	0,84	0,93	1,02	1,11	1,21	1,30	1,39	1,49	1,58	1,67	1,76	1,86
910	0,00	0,10	0,19	0,29	0,38	0,48	0,58	0,67	0,77	0,87	0,96	1,06	1,15	1,25	1,35	1,44	1,54	1,63	1,73	1,83	1,92
900	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	0,99	1,09	1,19	1,29	1,39	1,49	1,59	1,69	1,79	1,89	1,99
890	0,00	0,10	0,21	0,31	0,41	0,51	0,62	0,72	0,82	0,92	1,03	1,13	1,23	1,34	1,44	1,54	1,64	1,75	1,85	1,95	2,06
880	0,00	0,11	0,21	0,32	0,42	0,53	0,64	0,74	0,85	0,95	1,06	1,17	1,27	1,38	1,48	1,59	1,70	1,80	1,91	2,02	2,12
870	0,00	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,65	0,77	0,88	0,98	1,09	1,20	1,31	1,42	1,53	1,64	1,75	1,86	1,97	2,08	2,19
860	0,00	0,11	0,23	0,34	0,45	0,56	0,68	0,79	0,90	1,01	1,13	1,24	1,35	1,46	1,58	1,69	1,80	1,92	2,03	2,14	2,25
850	0,00	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58	0,70	0,81	0,93	1,04	1,16	1,28	1,39	1,51	1,62	1,74	1,86	1,97	2,09	2,20	2,32
840	0,00	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,95	1,07	1,19	1,31	1,43	1,55	1,67	1,79	1,91	2,03	2,15	2,27	2,39
830	0,00	0,12	0,25	0,37	0,49	0,61	0,74	0,86	0,98	1,10	1,23	1,35	1,47	1,59	1,72	1,84	1,96	2,08	2,21	2,33	2,45
820	0,00	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13	1,26	1,39	1,51	1,64	1,76	1,89	2,01	2,14	2,27	2,39	2,52
810	0,00	0,13	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78	0,90	1,03	1,16	1,29	1,42	1,55	1,68	1,81	1,94	2,07	2,20	2,33	2,46	2,58
800	0,00	0,13	0,27	0,40	0,53	0,66	0,80	0,93	1,06	1,19	1,33	1,46	1,59	1,72	1,85	1,99	2,12	2,25	2,39	2,52	2,65
790	0,00	0,14	0,27	0,41	0,54	0,68	0,82	0,95	1,09	1,22	1,36	1,49	1,63	1,77	1,90	2,04	2,17	2,31	2,45	2,58	2,72
780	0,00	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,97	1,11	1,25	1,39	1,53	1,67	1,81	1,95	2,09	2,23	2,37	2,51	2,64	2,78
770	0,00	0,14	0,28	0,43	0,57	0,71	0,85	1,00	1,14	1,28	1,42	1,57	1,71	1,85	1,99	2,14	2,28	2,42	2,56	2,71	2,85
760	0,00	0,15	0,29	0,44	0,58	0,73	0,87	1,02	1,17	1,31	1,46	1,60	1,75	1,90	2,04	2,19	2,33	2,48	2,62	2,77	2,92
750	0,00	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,89	1,04	1,19	1,34	1,49	1,64	1,79	1,94	2,09	2,24	2,39	2,53	2,68	2,83	2,98
740	0,00	0,15	0,30	0,46	0,61	0,76	0,91	1,07	1,22	1,37	1,52	1,68	1,83	1,98	2,13	2,29	2,44	2,59	2,74	2,90	3,05
730	0,00	0,16	0,31	0,47	0,62	0,78	0,93	1,09	1,25	1,40	1,56	1,71	1,87	2,02	2,18	2,34	2,49	2,65	2,80	2,95	3,11
720	0,00	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,95	1,11	1,27	1,43	1,59	1,75	1,91	2,07	2,23	2,39	2,54	2,70	2,86	3,02	3,18
710	0,00	0,16	0,32	0,49	0,65	0,81	0,97	1,14	1,30	1,46	1,62	1,79	1,95	2,11	2,27	2,44	2,60	2,76	2,92	3,08	3,25
700	0,00	0,17	0,33	0,50	0,66	0,83	0,99	1,16	1,33	1,49	1,66	1,82	1,99	2,15	2,32	2,48	2,65	2,82	2,98	3,15	3,31
690	0,00	0,17	0,34	0,51	0,68	0,84	1,01	1,18	1,35	1,52	1,69	1,86	2,03	2,20	2,37	2,53	2,70	2,87	3,04	3,21	3,38
680	0,00	0,17	0,34	0,52	0,69	0,86	1,03	1,21	1,38	1,55	1,72	1,89	2,07	2,24	2,41	2,58	2,76	2,93	3,10	3,27	3,45
670	0,00	0,18	0,35	0,53	0,70	0,88	1,05	1,23	1,40	1,58	1,76	1,93	2,11	2,28	2,46	2,63	2,81	2,98	3,16	3,34	3,51
660	0,00	0,18	0,36	0,54	0,72	0,89	1,07	1,25	1,43	1,61	1,79	1,97	2,15	2,33	2,50	2,68	2,86	3,04	3,22	3,40	3,58
650	0,00	0,18	0,36	0,55	0,73	0,91	1,09	1,28	1,46	1,64	1,82	2,00	2,19	2,37	2,55	2,73	2,92	3,10	3,28	3,46	3,64
640	0,00	0,19	0,37	0,56	0,74	0,93	1,11	1,30	1,48	1,67	1,86	2,04	2,23	2,41	2,60	2,78	2,97	3,15	3,34	3,52	3,71
630	0,00	0,19	0,38	0,57	0,76	0,94	1,13	1,32	1,51	1,70	1,89	2,08	2,27	2,45	2,64	2,83	3,02	3,21	3,40	3,59	3,78
620	0,00	0,19	0,38	0,58	0,77	0,96	1,15	1,34	1,54	1,73	1,92	2,11	2,31	2,50	2,69	2,88	3,07	3,27	3,46	3,65	3,84
610	0,00	0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,17	1,37	1,56	1,76	1,95	2,15	2,35	2,54	2,74	2,93	3,12	3,32	3,52	3,71	3,91
600	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	0,99	1,19	1,39	1,59	1,79	1,99	2,19	2,39	2,58	2,78	2,98	3,18	3,38	3,58	3,78	3,98
590	0,00	0,20	0,40	0,61	0,81	1,01	1,21	1,41	1,62	1,82	2,02	2,22	2,42	2,63	2,83	3,03	3,25	3,44	3,64	3,84	4,04
580	0,00	0,21	0,41	0,62	0,82	1,03	1,23	1,44	1,64	1,85	2,05	2,26	2,46	2,67	2,88	3,08	3,29	3,49	3,70	3,90	4,11
570	0,00	0,21	0,42	0,63	0,83	1,04	1,25	1,46	1,67	1,88	2,09	2,30	2,50	2,71	2,92	3,13	3,34	3,55	3,76	3,96	4,17
560	0,00	0,21	0,42	0,64	0,85	1,06	1,27	1,48	1,70	1,91	2,12	2,33	2,54	2,76	2,97	3,18	3,39	3,60	3,82	4,03	4,24
550	0,00	0,22	0,43	0,65	0,86	1,08	1,29	1,51	1,72	1,94	2,15	2,37	2,58	2,80	3,01	3,23	3,44	3,66	3,88	4,09	4,31

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice, 1986*, p.231

t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d	t'	t_a	e	f	d
11,5					**11,6**					**11,7**					**11,8**					**11,9**				
4,7	−9,0	3,1	23	10,5	4,8	−8,8	3,2	23	10,5	4,9	−8,6	3,2	24	10,5	5,0	−8,2	3,3	24	10,5	5,1	−8,2	3,3	24	10,6
4,6	−9,4	3,0	22	10,6	4,7	−9,4	3,0	22	10,7	4,8	−9,0	3,1	23	10,6	4,9	−9,0	3,1	23	10,7	5,0	−8,6	3,2	23	10,7
4,5	−10,3	2,8	21	10,8	4,6	−9,8	2,9	21	10,8	4,7	−9,8	2,9	21	10,8	4,8	−9,4	3,0	22	10,8	4,9	−9,0	3,1	22	10,8
4,4	−10,7	2,7	20	10,9	4,5	−10,7	2,7	20	11,0	4,6	−10,3	2,8	20	10,9	4,7	−9,8	2,9	21	10,9	4,8	−9,8	2,9	21	11,0
4,3	−11,2	2,6	19	11,0	4,4	−11,2	2,6	19	11,1	4,5	−10,7	2,7	20	11,0	4,6	−10,7	2,7	20	11,1	4,7	−10,3	2,8	20	11,1
4,2	−12,2	2,4	18	11,2	4,3	−11,7	2,5	18	11,2	4,4	−11,7	2,5	19	11,2	4,5	−11,2	2,6	19	11,2	4,6	−11,2	2,6	19	11,3
4,1	−12,7	2,3	17	11,3	4,2	−12,7	2,3	17	11,4	4,3	−12,2	2,4	18	11,3	4,4	−12,2	2,4	18	11,4	4,5	−11,7	2,5	18	11,4
4,0	−13,9	2,1	16	11,5	4,1	−13,3	2,2	16	11,5	4,2	−12,7	2,3	17	11,4	4,3	−12,7	2,3	17	11,5	4,4	−12,2	2,4	17	11,5
3,9	−14,4	2,0	15	11,6	4,0	−13,9	2,1	15	11,6	4,1	−13,9	2,1	15	11,6	4,2	−13,3	2,2	16	11,6	4,3	−13,3	2,2	16	11,7
3,8	−15,1	1,9	14	11,7	3,9	−15,1	1,9	14	11,8	4,0	−14,4	2,0	14	11,7	4,1	−14,4	2,0	15	11,8	4,2	−13,9	2,1	15	11,8
3,7	−16,4	1,7	13	11,9	3,8	−15,7	1,8	13	11,9	3,9	−15,7	1,8	13	11,9	4,0	−15,1	1,9	14	11,9	4,1	−14,4	2,0	14	11,9
3,6	−17,1	1,6	12	12,0	3,7	−16,4	1,7	12	12,0	3,8	−16,4	1,7	12	12,0	3,9	−15,7	1,8	13	12,0	4,0	−15,7	1,8	13	12,1
3,5	−17,9	1,5	11	12,1	3,6	−17,9	1,5	11	12,2	3,7	−17,1	1,6	11	12,1	3,8	−17,1	1,6	12	12,2	3,9	−16,4	1,7	12	12,2
3,4	−19,6	1,3	10	12,3	3,5	−18,7	1,4	10	12,3	3,6	−18,7	1,4	10	12,3	3,7	−17,8	1,5	11	12,3	3,8	−17,9	1,5	11	12,4
3,3	−20,5	1,2	9	12,4	3,4	−20,5	1,2	9	12,5	3,5	−19,6	1,3	9	12,4	3,6	−18,7	1,4	10	12,4	3,7	−18,7	1,4	10	12,5
3,2	−21,5	1,1	8	12,5	3,3	−21,5	1,1	8	12,6	3,4	−20,5	1,2	9	12,5	3,5	−20,5	1,2	9	12,6	3,6	−19,6	1,3	9	12,6
3,1	−23,8	0,9	7	12,7	3,2	−22,8	1,0	7	12,7	3,3	−22,8	1,0	7	12,7	3,4	−21,5	1,1	8	12,7	3,5	−21,5	1,1	8	12,8
3,0	−25,1	0,8	6	12,8	3,1	−25,1	0,8	6	12,9	3,2	−23,8	0,9	7	12,8	3,3	−22,8	1,0	7	12,8	3,4	−22,8	1,0	7	12,9
12,5					**12,6**					**12,7**					**12,8**					**12,9**				
12,5	12,5	14,5	100	0,0	12,6	12,6	14,6	100	0,0	12,7	12,7	14,7	100	0,0	12,8	12,8	14,8	100	0,0	12,9	12,9	14,9	100	0,0
12,4	12,3	14,3	99	0,2	12,5	12,4	14,4	99	0,2	12,6	12,5	14,5	99	0,2	12,7	12,6	14,6	99	0,2	12,8	12,7	14,7	99	0,2
12,3	12,1	14,1	97	0,4	12,4	12,2	14,2	97	0,4	12,5	12,3	14,3	97	0,4	12,6	12,4	14,4	97	0,4	12,7	12,5	14,5	97	0,4
12,2	12,0	14,0	96	0,5	12,3	12,1	14,1	96	0,5	12,4	12,1	14,1	96	0,6	12,5	12,2	14,2	96	0,6	12,6	12,5	14,3	96	0,6
12,1	11,8	13,8	95	0,7	12,2	11,9	13,9	95	0,7	12,3	12,0	14,0	95	0,7	12,4	12,1	14,1	95	0,7	12,5	12,2	14,2	95	0,7
12,0	11,5	13,6	94	0,9	12,1	11,7	13,7	94	0,9	12,2	11,8	13,8	94	0,9	12,3	11,9	13,9	94	0,9	12,4	12,0	14,0	94	0,9
11,9	11,3	13,4	92	1,1	12,0	11,4	13,5	92	1,1	12,1	11,5	13,6	93	1,1	12,2	11,7	13,7	93	1,1	12,3	11,8	13,8	93	1,1
11,8	11,2	13,3	91	1,2	11,9	11,3	13,4	91	1,2	12,0	11,4	13,5	92	1,2	12,1	11,4	13,5	92	1,3	12,2	11,5	13,6	92	1,3
11,7	11,0	13,1	90	1,4	11,8	11,1	13,2	90	1,4	11,9	11,2	13,3	90	1,4	12,0	11,3	13,4	91	1,4	12,1	11,4	13,5	91	1,4
11,6	10,7	12,9	89	1,6	11,7	10,9	13,0	89	1,6	11,8	11,0	13,1	89	1,6	11,9	11,1	13,2	89	1,6	12,0	11,2	13,3	89	1,6
11,5	10,6	12,8	88	1,7	11,6	10,6	12,8	88	1,8	11,7	10,7	12,9	88	1,8	11,8	10,9	13,0	88	1,8	11,9	11,0	13,1	88	1,8
11,4	10,4	12,6	87	1,9	11,5	10,5	12,7	87	1,9	11,6	10,6	12,8	87	1,9	11,7	10,7	12,9	87	1,9	11,8	10,7	12,9	87	2,0
11,3	10,2	12,4	85	2,1	11,4	10,3	12,5	86	2,1	11,5	10,4	12,6	86	2,1	11,6	10,5	12,7	86	2,1	11,7	10,6	12,8	86	2,1
11,2	9,9	12,2	84	2,3	11,3	10,0	12,3	84	2,3	11,4	10,2	12,4	84	2,3	11,5	10,3	12,5	84	2,3	11,6	10,4	12,6	85	2,3
11,1	9,8	12,1	83	2,4	11,2	9,9	12,2	83	2,4	11,3	10,0	12,3	83	2,4	11,4	10,0	12,3	83	2,5	11,5	10,2	12,4	83	2,5
11,0	9,5	11,9	82	2,6	11,1	9,7	12,0	82	2,6	11,2	9,8	12,1	82	2,6	11,3	9,9	12,2	82	2,6	11,4	10,0	12,3	82	2,6
10,9	9,3	11,7	81	2,8	11,0	9,4	11,8	81	2,8	11,1	9,5	11,9	81	2,8	11,2	9,7	12,0	81	2,8	11,3	9,8	12,1	81	2,8
10,8	9,2	11,6	80	2,9	10,9	9,3	11,7	80	2,9	11,0	9,3	11,7	80	3,0	11,1	9,4	11,8	80	3,0	11,2	9,5	11,9	80	3,0
10,7	8,9	11,4	79	3,1	10,8	9,0	11,5	79	3,1	10,9	9,2	11,6	79	3,1	11,0	9,3	11,7	79	3,1	11,1	9,4	11,8	79	3,1
10,6	8,6	11,2	77	3,3	10,7	8,8	11,3	77	3,3	10,8	8,9	11,4	78	3,3	10,9	9,0	11,5	78	3,3	11,0	9,2	11,6	78	3,3
10,5	8,5	11,1	76	3,4	10,6	8,6	11,2	76	3,4	10,7	8,6	11,2	77	3,5	10,8	8,8	11,3	77	3,5	10,9	8,9	11,4	77	3,5
10,4	8,2	10,9	75	3,6	10,5	8,4	11,0	75	3,6	10,6	8,5	11,1	76	3,6	10,7	8,6	11,2	76	3,6	10,8	8,8	11,3	76	3,6
10,3	8,1	10,8	74	3,7	10,4	8,1	10,8	74	3,8	10,5	8,2	10,9	74	3,8	10,6	8,4	11,0	74	3,8	10,7	8,5	11,1	74	3,8
10,2	7,8	10,6	73	3,9	10,3	8,0	10,7	73	3,9	10,4	8,1	10,8	73	3,9	10,5	8,1	10,8	73	4,0	10,6	8,2	10,9	73	4,0
10,1	7,6	10,4	72	4,1	10,2	7,7	10,5	72	4,1	10,3	7,8	10,6	72	4,1	10,4	8,0	10,7	72	4,1	10,5	8,1	10,8	72	4,1
10,0	7,4	10,3	71	4,2	10,1	7,4	10,3	71	4,3	10,2	7,6	10,4	71	4,3	10,3	7,7	10,5	71	4,3	10,4	7,8	10,6	71	4,3
9,9	7,1	10,1	70	4,4	10,0	7,3	10,2	70	4,4	10,1	7,4	10,3	70	4,4	10,2	7,4	10,3	70	4,5	10,3	7,6	10,4	70	4,5
9,8	6,8	9,9	68	4,6	9,9	7,0	10,0	68	4,6	10,0	7,1	10,1	69	4,6	10,1	7,3	10,2	69	4,6	10,2	7,4	10,3	69	4,6
9,7	6,7	9,8	67	4,7	9,8	6,8	9,9	67	4,7	9,9	6,8	9,9	68	4,8	10,0	7,0	10,0	68	4,8	10,1	7,1	10,1	68	4,8
9,6	6,4	9,6	66	4,9	9,7	6,6	9,7	66	4,9	9,8	6,7	9,8	67	4,9	9,9	6,8	9,9	67	4,9	10,0	6,8	9,9	67	5,0
9,5	6,2	9,5	65	5,0	9,6	6,2	9,5	65	5,1	9,7	6,4	9,6	66	5,1	9,8	6,6	9,7	66	5,1	9,9	6,7	9,8	66	5,1
9,4	5,9	9,3	64	5,2	9,5	6,1	9,4	64	5,2	9,6	6,2	9,5	65	5,2	9,7	6,2	9,5	65	5,3	9,8	6,4	9,6	65	5,3
9,3	5,6	9,1	63	5,4	9,4	5,8	9,2	63	5,4	9,5	5,9	9,3	63	5,4	9,6	6,1	9,4	64	5,4	9,7	6,2	9,5	64	5,4
9,2	5,5	9,0	62	5,5	9,3	5,6	9,1	62	5,5	9,4	5,8	9,1	62	5,6	9,5	5,8	9,2	62	5,6	9,6	5,9	9,3	62	5,6
9,1	5,1	8,8	61	5,7	9,2	5,3	8,9	61	5,7	9,3	5,5	9,0	61	5,7	9,4	5,6	9,1	61	5,7	9,5	5,8	9,1	61	5,8
9,0	5,0	8,7	60	5,8	9,1	5,0	8,7	60	5,9	9,2	5,1	8,8	60	5,9	9,3	5,3	8,9	60	5,9	9,4	5,5	9,0	60	5,9
8,9	4,8	8,5	59	6,0	9,0	4,8	8,6	59	6,0	9,1	5,0	8,7	59	6,0	9,2	5,0	8,7	59	6,1	9,3	5,1	8,8	59	6,1
8,8	4,3	8,3	57	6,2	8,9	4,5	8,4	58	6,2	9,0	4,6	8,5	58	6,2	9,1	4,8	8,6	58	6,2	9,2	5,0	8,7	58	6,2
8,7	4,1	8,2	56	6,3	8,8	4,3	8,3	56	6,3	8,9	4,3	8,3	56	6,4	9,0	4,5	8,4	57	6,4	9,1	4,6	8,5	57	6,4
8,6	3,8	8,0	55	6,5	8,7	4,0	8,1	55	6,5	8,8	4,1	8,2	55	6,5	8,9	4,3	8,3	56	6,5	9,0	4,3	8,3	56	6,6
8,5	3,6	7,9	54	6,6	8,6	3,8	8,0	54	6,6	8,7	3,8	8,0	54	6,7	8,8	4,0	8,1	55	6,7	8,9	4,1	8,2	55	6,7
8,4	3,2	7,7	53	6,8	8,5	3,4	7,8	53	6,8	8,6	3,6	7,9	53	6,8	8,7	3,8	8,0	54	6,8	8,8	3,8	8,0	54	6,9
8,3	3,0	7,6	52	6,9	8,4	3,0	7,6	52	7,0	8,5	3,2	7,7	52	7,0	8,6	3,4	7,8	53	7,0	8,7	3,6	7,9	53	7,0
8,2	2,7	7,4	51	7,1	8,3	2,9	7,5	51	7,1	8,4	3,0	7,6	51	7,1	8,5	3,0	7,6	52	7,2	8,6	3,2	7,7	52	7,2
8,1	2,5	7,3	50	7,2	8,2	2,5	7,3	50	7,3	8,3	2,7	7,4	50	7,3	8,4	2,9	7,5	51	7,3	8,5	3,0	7,6	51	7,3
8,0	2,1	7,1	49	7,4	8,1	2,3	7,2	49	7,4	8,2	2,5	7,3	49	7,4	8,3	2,5	7,3	50	7,5	8,4	2,7	7,4	50	7,5
7,9	1,9	7,0	48	7,5	8,0	1,9	7,0	48	7,6	8,1	2,1	7,1	48	7,6	8,2	2,3	7,2	49	7,6	8,3	2,5	7,3	49	7,6
7,8	1,6	6,8	47	7,7	7,9	1,7	6,9	47	7,7	8,0	1,9	7,0	47	7,7	8,1	1,9	7,0	48	7,8	8,2	2,1	7,1	48	7,8
7,7	1,3	6,7	46	7,8	7,8	1,5	6,7	46	7,9	7,9	1,5	6,8	46	7,9	8,0	1,7	6,9	47	7,9	8,1	1,7	6,9	47	8,0
7,6	0,9	6,5	45	8,0	7,7	1,1	6,6	45	8,0	7,8	1,1	6,6	45	8,1	7,9	1,3	6,7	46	8,1	8,0	1,5	6,8	46	8,1
7,5	0,6	6,4	44	8,1	7,6	0,6	6,4	44	8,2	7,7	0,9	6,5	44	8,2	7,8	1,1	6,5	45	8,2	7,9	1,1	6,6	45	8,3
7,4	0,3	6,2	43	8,3	7,5	0,4	6,3	43	8,3	7,6	0,4	6,3	43	8,4	7,7	0,6	6,4	44	8,4	7,8	0,9	6,5	44	8,4
7,3	0,0	6,1	42	8,4	7,4	0,0	6,1	42	8,5	7,5	0,2	6,2	42	8,5	7,6	0,4	6,3	43	8,5	7,7	0,4	6,3	43	8,6
7,2	−0,5	5,9	41	8,6	7,3	−0,2	6,0	41	8,6	7,4	−0,2	6,0	41	8,7	7,5	0,0	6,1	42	8,7	7,6	0,2	6,2	42	8,7
7,1	−0,7	5,8	40	8,8	7,2	−0,7	5,8	40	8,8	7,3	−0,5	5,9	40	8,8	7,4	−0,2	6,0	41	8,8	7,5	−0,2	6,0	41	8,9
7,0	−1,2	5,6	39	8,9	7,1	−0,9	5,7	39	8,9	7,2	−0,9	5,7	39	9,0	7,3	−0,7	5,8	40	9,0	7,4	−0,5	5,9	40	9,0
6,9	−1,4	5,5	38	9,0	7,0	−1,4	5,5	38	9,1	7,1	−1,2	5,6	38	9,1	7,2	−0,9	5,7	39	9,1	7,3	−0,9	5,7	39	9,2

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice, 1986*, p.231

Apă

t °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
−79	1,2597·10⁻³	1,2397	1,2199	1,2004	1,1813	1,1624	1,1437	1,1254	1,1073	1,0895·10⁻³
−78	1,4772·10⁻³	1,4540	1,4311	1,4086	1,3864	1,3645	1,3429	1,3217	1,3007	1,2801·10⁻³
−77	1,7286·10⁻³	1,7018	1,6754	1,6493	1,6237	1,5984	1,5734	1,5488	1,5246	1,5007·10⁻³
−76	2,0187·10⁻³	1,9878	1,9573	1,9273	1,8977	1,8685	1,8397	1,8113	1,7834	1,7558·10⁻³
−75	2,3528·10⁻³	2,3172	2,2822	2,2476	2,2135	2,1799	2,1467	2,1140	2,0818	2,0500·10⁻³
−74	2,7368·10⁻³	2,6960	2,6557	2,6160	2,5768	2,5381	2,5000	2,4624	2,4254	2,3888·10⁻³
−73	3,1775·10⁻³	3,1307	3,0845	3,0389	2,9940	2,9496	2,9059	2,8628	2,8202	2,7782·10⁻³
−72	3,6824·10⁻³	3,6283	3,5759	3,5237	3,4723	3,4215	3,3714	3,3219	3,2731	3,2250·10⁻³
−71	4,2598·10⁻³	4,1986	4,1341	4,0785	4,0196	3,9615	3,9042	3,8476	3,7918	3,7368·10⁻³
−70	4,9191·10⁻³	4,8492	4,7802	4,7121	4,6449	4,5786	4,5132	4,4485	4,3848	4,3219·10⁻³
−69	5,6706·10⁻³	5,5910	5,5124	5,4348	5,3582	5,2826	5,2080	5,1344	5,0617	4,9899·10⁻³
−68	6,5259·10⁻³	6,4354	6,3460	6,2577	6,1705	6,0845	5,9996	5,9158	5,8330	5,7513·10⁻³
−67	7,4978·10⁻³	7,3950	7,2935	7,1932	7,0942	6,9964	6,8999	6,8046	6,7105	6,6176·10⁻³
−66	8,6006·10⁻³	8,4840	8,3688	8,2551	8,1428	8,0319	7,9224	7,8142	7,7074	7,6020·10⁻³
−65	9,8500·10⁻³	9,7179	9,5875	9,4587	9,3315	9,2059	9,0818	8,9592	8,8382	8,7187·10⁻³
−64	1,1263·10⁻²	1,1114	1,0967	1,0821	1,0677	1,0535	1,0395	1,0256	1,0119	0,9984·10⁻²
−63	1,2850·10⁻²	1,2691	1,2535	1,2381	1,2198	1,2037	1,1879	1,1722	1,1567	1,1414·10⁻²
−62	1,4661·10⁻²	1,4471	1,4283	1,4098	1,3915	1,3734	1,3555	1,3378	1,3203	1,3031·10⁻²
−61	1,6690·10⁻²	1,6476	1,6265	1,6056	1,5850	1,5646	1,5444	1,5245	1,5048	1,4853·10⁻²
−60	1,8973·10⁻²	1,8732	1,8495	1,8260	1,8028	1,7798	1,7571	1,7347	1,7125	1,6907·10⁻²
−59	2,1537·10⁻²	2,1267	2,1000	2,0737	2,0476	2,0218	1,9963	1,9711	1,9462	1,9216·10⁻²
−58	2,4415·10⁻²	2,4112	2,3813	2,3517	2,3224	2,2935	2,2649	2,2366	2,2087	2,1810·10⁻²
−57	2,7640·10⁻²	2,7300	2,6965	2,6634	2,6306	2,5982	2,5661	2,5344	2,5031	2,4721·10⁻²
−56	3,1249·10⁻²	3,0869	3,0494	3,0123	2,9756	2,9394	2,9035	2,8680	2,8329	2,7983·10⁻²
−55	3,5283·10⁻²	3,4859	3,4440	3,4025	3,3615	3,3210	3,2809	3,2412	3,2020	3,1632·10⁻²
−54	3,9787·10⁻²	3,9314	3,8846	3,8383	3,7926	3,7473	3,7025	3,6582	3,6144	3,5711·10⁻²
−53	4,4809·10⁻²	4,4282	4,3761	4,3245	4,2735	4,2230	4,1730	4,1237	4,0748	4,0265·10⁻²
−52	5,0403·10⁻²	4,9816	4,9236	4,8661	4,8093	4,7531	4,6975	4,6425	4,5880	4,5342·10⁻²
−51	5,6626·10⁻²	5,5974	5,5328	5,4690	5,4057	5,3432	5,2813	5,2201	5,1595	5,0996·10⁻²
−50	6,3542·10⁻²	6,2817	6,2100	6,1391	6,0688	5,9993	5,9306	5,8625	5,7952	5,7286·10⁻²
−49	7,1218·10⁻²	7,0414	6,9619	6,8831	6,8052	6,7280	6,6517	6,5762	6,5014	6,4274·10⁻²
−48	7,9730·10⁻²	7,8839	7,7957	7,7084	7,6220	7,5365	7,4518	7,3680	7,2851	7,2031·10⁻²
−47	8,9157·10⁻²	8,8170	8,7194	8,6227	8,5271	8,4323	8,3386	8,2458	8,1539	8,0630·10⁻²
−46	9,9588·10⁻²	9,8496	9,7416	9,6347	9,5288	9,4240	9,3203	9,2176	9,1159	9,0153·10⁻²
−45	1,1111·10⁻¹	1,0991	1,0872	1,0753	1,0636	1,0521	1,0406	1,0292	1,0180	1,0069·10⁻¹
−44	1,2384·10⁻¹	1,2251	1,2119	1,1989	1,1860	1,1732	1,1605	1,1480	1,1356	1,1233·10⁻¹
−43	1,3788·10⁻¹	1,3641	1,3496	1,3352	1,3210	1,3069	1,2929	1,2791	1,2654	1,2518·10⁻¹
−42	1,5335·10⁻¹	1,5173	1,5013	1,4855	1,4698	1,4543	1,4389	1,4236	1,4085	1,3936·10⁻¹
−41	1,7037·10⁻¹	1,6859	1,6683	1,6509	1,6336	1,6165	1,5995	1,5828	1,5662	1,5498·10⁻¹
−40	1,8909·10⁻¹	1,8714	1,8521	1,8329	1,8139	1,7951	1,7765	1,7580	1,7397	1,7216·10⁻¹
−39	2,0966·10⁻¹	2,0752	2,0539	2,0329	2,0120	1,9914	1,9709	1,9505	1,9305	1,9106·10⁻¹
−38	2,3224·10⁻¹	2,2988	2,2755	2,2524	2,2295	2,2069	2,1844	2,1621	2,1401	2,1182·10⁻¹
−37	2,5699·10⁻¹	2,5441	2,5185	2,4932	2,4682	2,4433	2,4187	2,3943	2,3701	2,3461·10⁻¹
−36	2,8411·10⁻¹	2,8129	2,7849	2,7571	2,7297	2,7024	2,6754	2,6487	2,6222	2,5959·10⁻¹
−35	3,1379·10⁻¹	3,1070	3,0764	3,0461	3,0160	2,9862	2,9566	2,9274	2,8983	2,8696·10⁻¹
−34	3,4625·10⁻¹	3,4288	3,3953	3,3621	3,3292	3,2966	3,2643	3,2323	3,2006	3,1691·10⁻¹
−33	3,8172·10⁻¹	3,7803	3,7437	3,7075	3,6716	3,6360	3,6007	3,5657	3,5310	3,4966·10⁻¹
−32	4,2043·10⁻¹	4,1641	4,1242	4,0846	4,0454	4,0065	3,9680	3,9298	3,8919	3,8544·10⁻¹
−31	4,6266·10⁻¹	4,5827	4,5392	4,4961	4,4533	4,4109	4,3689	4,3272	4,2859	4,2450·10⁻¹
−30	5,0868·10⁻¹	5,0390	4,9916	4,9446	4,8980	4,8518	4,8060	4,7606	4,7155	4,6709·10⁻¹
−29	5,5879·10⁻¹	5,5358	5,4842	5,4331	5,3823	5,3320	5,2821	5,2327	5,1836	5,1350·10⁻¹
−28	6,1330·10⁻¹	6,0764	6,0203	5,9646	5,9095	5,8547	5,8004	5,7466	5,6933	5,6403·10⁻¹
−27	6,7256·10⁻¹	6,6641	6,6031	6,5426	6,4827	6,4232	6,3642	6,3056	6,2476	6,1901·10⁻¹
−26	7,3693·10⁻¹	7,3025	7,2363	7,1705	7,1055	7,0408	6,9768	6,9132	6,8502	6,7876·10⁻¹
−25	8,0679·10⁻¹	7,9955	7,9236	7,8523	7,7816	7,7115	7,6419	7,5729	7,5045	7,4366·10⁻¹
−24	8,8256·10⁻¹	8,7470	8,6691	8,5918	8,5152	8,4391	8,3637	8,2888	8,2146	8,1410·10⁻¹
−23	9,6466·10⁻¹	9,5615	9,4771	9,3934	9,3103	9,2279	9,1461	9,0650	8,9846	8,9048·10⁻¹
−22	1,0536	1,0444	1,0352	1,0261	1,0172	1,0082	0,9994	0,9906	0,9819	0,9732
−21	1,1498	1,1398	1,1299	1,1201	1,1104	1,1007	1,0911	1,0816	1,0722	1,0628
−20	1,2538	1,2430	1,2323	1,2217	1,2112	1,2007	1,1904	1,1801	1,1699	1,1598
−19	1,3661	1,3545	1,3430	1,3315	1,3201	1,3089	1,2977	1,2866	1,2755	1,2646
−18	1,4874	1,4749	1,4624	1,4501	1,4378	1,4256	1,4135	1,4016	1,3897	1,3778
−17	1,6183	1,6048	1,5913	1,5780	1,5648	1,5516	1,5386	1,5257	1,5128	1,5001
−16	1,7594	1,7448	1,7303	1,7160	1,7017	1,6875	1,6735	1,6595	1,6457	1,6320
−15	1,9114	1,8957	1,8801	1,8646	1,8493	1,8340	1,8189	1,8038	1,7889	1,7741
−14	2,0751	2,0582	2,0414	2,0247	2,0082	1,9917	1,9754	1,9593	1,9432	1,9273
−13	2,2511	2,2330	2,2149	2,1970	2,1792	2,1615	2,1440	2,1266	2,1093	2,0921
−12	2,4404	2,4209	2,4015	2,3822	2,3631	2,3441	2,3252	2,3065	2,2879	2,2695
−11	2,6438	2,6228	2,6020	2,5813	2,5607	2,5403	2,5201	2,4999	2,4800	2,4601
−10	2,8622	2,8397	2,8173	2,7951	2,7730	2,7511	2,7293	2,7077	2,6863	2,6650
−9	3,0965	3,0724	3,0484	3,0245	3,0008	2,9773	2,9540	2,9308	2,9078	2,8849
−8	3,3478	3,3219	3,2962	3,2706	3,2452	3,2200	3,1950	3,1701	3,1454	3,1209
−7	3,6171	3,5893	3,5618	3,5344	3,5072	3,4802	3,4533	3,4267	3,4002	3,3739

Sursa: I.M.H., Tabele psihrometrice, 1986, p.234

Tabelul 7

e hPa	Zecimala următoare a valorii e									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,000	—	−93,2	−89,6	−87,4	−85,8	−84,5	−83,5	−82,6	−81,8	−81,1
0,001	−80,4	−79,8	−79,3	−78,8	−78,3	−77,9	−77,5	−77,1	−76,7	−76,4
0,002	−76,1	−75,7	−75,4	−75,1	−74,9	−74,6	−74,3	−74,1	−73,8	−73,6
0,003	−73,4	−73,2	−73,0	−72,7	−72,5	−72,3	−72,2	−72,0	−71,8	−71,6
0,004	−71,4	−71,3	−71,1	−70,9	−70,8	−70,6	−70,5	−70,3	−70,2	−70,0
0,005	−69,9	−69,7	−69,6	−69,5	−69,3	−69,2	−69,1	−69,0	−68,8	−68,7
0,006	−68,6	−68,5	−68,4	−68,3	−68,1	−68,0	−67,9	−67,8	−67,7	−67,6
0,007	−67,5	−67,4	−67,3	−67,2	−67,1	−67,0	−66,9	−66,8	−66,7	−66,6
0,008	−66,5	−66,4	−66,3	−66,3	−66,2	−66,1	−66,0	−65,9	−65,8	−65,7
0,009	−65,7	−65,6	−65,5	−65,4	−65,3	−65,3	−65,2	−65,1	−65,0	−65,0
0,010	−64,9	−64,8	−64,7	−64,7	−64,6	−64,6	−64,5	−64,4	−64,3	−64,2
0,011	−64,2	−64,1	−64,0	−64,0	−63,9	−63,8	−63,8	−63,7	−63,7	−63,6
0,012	−63,5	−63,5	−63,4	−63,3	−63,3	−63,2	−63,2	−63,1	−63,0	−63,0
0,013	−62,9	−62,9	−62,8	−62,7	−62,7	−62,6	−62,6	−62,5	−62,5	−62,4
0,014	−62,4	−62,3	−62,2	−62,2	−62,1	−62,1	−62,0	−62,0	−61,9	−61,9
0,015	−61,8	−61,8	−61,7	−61,7	−61,6	−61,6	−61,5	−61,5	−61,4	−61,4
0,016	−61,3	−61,3	−61,2	−61,2	−61,1	−61,1	−61,0	−61,0	−60,9	−60,9
0,017	−60,9	−60,8	−60,8	−60,7	−60,7	−60,6	−60,6	−60,5	−60,5	−60,5
0,018	−60,4	−60,4	−60,3	−60,3	−60,2	−60,2	−60,2	−60,1	−60,1	−60,0
0,019	−60,0	−59,9	−59,9	−59,9	−59,8	−59,8	−59,7	−59,7	−59,7	−59,6
0,020	−59,6	−59,5	−59,5	−59,5	−59,4	−59,4	−59,4	−59,3	−59,3	−59,2
0,021	−59,2	−59,2	−59,1	−59,1	−59,1	−59,0	−59,0	−58,9	−58,9	−58,9
0,022	−58,8	−58,8	−58,8	−58,7	−58,7	−58,7	−58,6	−58,6	−58,5	−58,5
0,023	−58,5	−58,4	−58,4	−58,4	−58,3	−58,3	−58,3	−58,2	−58,2	−58,2
0,024	−58,1	−58,1	−58,1	−58,0	−58,0	−58,0	−57,9	−57,9	−57,9	−57,8
0,025	−57,8	−57,8	−57,7	−57,7	−57,7	−57,7	−57,6	−57,6	−57,6	−57,5
0,026	−57,5	−57,5	−57,4	−57,4	−57,4	−57,3	−57,3	−57,3	−57,2	−57,2
0,027	−57,2	−57,2	−57,1	−57,1	−57,1	−57,0	−57,0	−57,0	−57,0	−56,9
0,028	−56,9	−56,9	−56,8	−56,8	−56,8	−56,8	−56,7	−56,7	−56,7	−56,6
0,029	−56,6	−56,6	−56,6	−56,5	−56,5	−56,5	−56,4	−56,4	−56,4	−56,4
0,030	−56,3	−56,3	−56,3	−56,3	−56,2	−56,2	−56,2	−56,1	−56,1	−56,1
0,031	−56,1	−56,0	−56,0	−56,0	−56,0	−55,9	−55,9	−55,9	−55,9	−55,8
0,032	−55,8	−55,8	−55,8	−55,7	−55,7	−55,7	−55,7	−55,6	−55,6	−55,6
0,033	−55,6	−55,5	−55,6	−55,5	−55,5	−55,4	−55,4	−55,4	−55,4	−55,3
0,034	−55,3	−55,3	−55,3	−55,2	−55,2	−55,2	−55,2	−55,1	−55,1	−55,1
0,035	−55,1	−55,0	−55,0	−55,0	−55,0	−54,9	−54,9	−54,9	−54,9	−54,9
0,036	−54,8	−54,8	−54,8	−54,8	−54,7	−54,7	−54,7	−54,7	−54,7	−54,6
0,037	−54,6	−54,6	−54,6	−54,5	−54,5	−54,5	−54,5	−54,4	−54,4	−54,4
0,038	−54,4	−54,4	−54,3	−54,3	−54,3	−54,3	−54,3	−54,2	−54,2	−54,2
0,039	−54,2	−54,1	−54,1	−54,1	−54,1	−54,1	−54,0	−54,0	−54,0	−54,0
0,040	−54,0	−53,9	−53,9	−53,9	−53,9	−53,9	−53,8	−53,8	−53,8	−53,8
0,041	−53,7	−53,7	−53,7	−53,7	−53,7	−53,6	−53,6	−53,6	−53,6	−53,6
0,042	−53,5	−53,5	−53,5	−53,5	−53,5	−53,4	−53,4	−53,4	−53,4	−53,4
0,043	−53,3	−53,3	−53,3	−53,3	−53,3	−53,3	−53,2	−53,2	−53,2	−53,2
0,044	−53,2	−53,1	−53,1	−53,1	−53,1	−53,1	−53,0	−53,0	−53,0	−53,0
0,045	−53,0	−52,9	−52,9	−52,9	−52,9	−52,9	−52,9	−52,8	−52,8	−52,8
0,046	−52,8	−52,8	−52,7	−52,7	−52,7	−52,7	−52,7	−52,6	−52,6	−52,6
0,047	−52,6	−52,6	−52,6	−52,5	−52,5	−52,5	−52,5	−52,5	−52,5	−52,4
0,048	−52,4	−52,4	−52,4	−52,4	−52,3	−52,3	−52,3	−52,3	−52,3	−52,3
0,049	−52,2	−52,2	−52,2	−52,2	−52,2	−52,2	−52,1	−52,1	−52,1	−52,1
0,05	−52,1	−51,9	−51,7	−51,6	−51,4	−51,3	−51,1	−50,9	−50,8	−50,6
0,06	−50,5	−50,4	−50,2	−50,1	−49,9	−49,8	−49,7	−49,5	−49,4	−49,3
0,07	−49,2	−49,0	−48,9	−48,8	−48,7	−48,5	−48,4	−48,3	−48,2	−48,1
0,08	−48,0	−47,9	−47,7	−47,6	−47,5	−47,4	−47,3	−47,2	−47,1	−47,0
0,09	−46,9	−46,8	−46,7	−46,6	−46,5	−46,4	−46,3	−46,2	−46,1	−46,1
0,10	−46,0	−45,9	−45,8	−45,7	−45,6	−45,5	−45,4	−45,3	−45,3	−45,2
0,11	−45,1	−45,0	−44,9	−44,8	−44,8	−44,7	−44,6	−44,5	−44,4	−44,4
0,12	−44,3	−44,2	−44,1	−44,1	−44,0	−43,9	−43,8	−43,8	−43,7	−43,6
0,13	−43,5	−43,5	−43,4	−43,3	−43,3	−43,2	−43,1	−43,1	−43,0	−42,9
0,14	−42,9	−42,8	−42,7	−42,7	−42,6	−42,5	−42,5	−42,4	−42,3	−42,3
0,15	−42,2	−42,1	−42,1	−42,0	−42,0	−41,9	−41,8	−41,8	−41,7	−41,7
0,16	−41,6	−41,5	−41,5	−41,4	−41,4	−41,3	−41,2	−41,2	−41,1	−41,1
0,17	−41,0	−41,0	−40,9	−40,9	−40,8	−40,7	−40,7	−40,6	−40,6	−40,5
0,18	−40,5	−40,4	−40,4	−40,3	−40,3	−40,2	−40,2	−40,1	−40,1	−40,0
0,19	−40,0	−39,9	−39,9	−39,8	−39,8	−39,7	−39,7	−39,6	−39,6	−39,5
0,20	−39,5	−39,4	−39,4	−39,3	−39,3	−39,2	−39,2	−39,1	−39,1	−39,0
0,21	−39,0	−38,9	−38,9	−38,8	−38,8	−38,8	−38,7	−38,7	−38,6	−38,6
0,22	−38,5	−38,5	−38,4	−38,4	−38,4	−38,3	−38,3	−38,2	−38,2	−38,1
0,23	−38,1	−38,1	−38,0	−38,0	−37,9	−37,9	−37,8	−37,8	−37,8	−37,7
0,24	−37,7	−37,6	−37,6	−37,6	−37,5	−37,5	−37,4	−37,4	−37,4	−37,3
0,25	−37,3	−37,2	−37,2	−37,2	−37,1	−37,1	−37,0	−37,0	−37,0	−36,9
0,26	−36,9	−36,8	−36,8	−36,8	−36,7	−36,7	−36,7	−36,6	−36,6	−36,5
0,27	−36,5	−36,5	−36,4	−36,4	−36,4	−36,3	−36,3	−36,3	−36,2	−36,2
0,28	−36,1	−36,1	−36,1	−36,0	−36,0	−36,0	−35,9	−35,9	−35,9	−35,8

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice*, 1986, p.239

e hPa	Zecimala următoare a valorii e									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,000	—	−89,8	−85,9	−83,6	−81,9	−80,5	−79,4	−78,5	−77,7	−76,9
0,001	−76,3	−75,7	−75,1	−74,6	−74,1	−73,7	−73,2	−72,8	−72,5	−72,1
0,002	−71,8	−71,5	−71,2	−70,9	−70,6	−70,3	−70,0	−69,8	−69,5	−69,3
0,003	−69,1	−68,8	−68,6	−68,4	−68,2	−68,0	−67,8	−67,6	−67,5	−67,3
0,004	−67,1	−66,9	−66,8	−66,6	−66,4	−66,3	−66,1	−66,0	−65,8	−65,7
0,005	−65,5	−65,4	−65,3	−65,1	−65,0	−64,9	−64,7	−64,6	−64,5	−64,4
0,006	−64,3	−64,1	−64,0	−63,9	−63,8	−63,7	−63,6	−63,5	−63,4	−63,3
0,007	−63,2	−63,1	−63,0	−62,9	−62,8	−62,7	−62,6	−62,5	−62,4	−62,3
0,008	−62,2	−62,1	−62,0	−61,9	−61,8	−61,8	−61,7	−61,6	−61,5	−61,4
0,009	−61,3	−61,3	−61,2	−61,1	−61,0	−60,9	−60,9	−60,8	−60,7	−60,6
0,010	−60,6	−60,5	−60,4	−60,3	−60,3	−60,2	−60,1	−60,1	−60,0	−59,9
0,011	−59,9	−59,8	−59,7	−59,7	−59,6	−59,5	−59,5	−59,4	−59,3	−59,3
0,012	−59,2	−59,2	−59,1	−59,0	−59,0	−58,9	−58,9	−58,8	−58,7	−58,7
0,013	−58,6	−58,6	−58,5	−58,4	−58,4	−58,3	−58,3	−58,2	−58,2	−58,1
0,014	−58,1	−58,0	−58,0	−57,9	−57,9	−57,8	−57,7	−57,7	−57,6	−57,6
0,015	−57,5	−57,5	−57,4	−57,4	−57,3	−57,3	−57,2	−57,2	−57,1	−57,1
0,016	−57,1	−57,0	−57,0	−56,9	−56,9	−56,8	−56,8	−56,7	−56,7	−56,6
0,017	−56,6	−56,5	−56,5	−56,5	−56,4	−56,4	−56,3	−56,3	−56,2	−56,2
0,018	−56,2	−56,1	−56,1	−56,0	−56,0	−55,9	−55,9	−55,9	−55,8	−55,8
0,019	−55,7	−55,7	−55,7	−55,6	−55,6	−55,5	−55,5	−55,5	−55,4	−55,4
0,020	−55,3	−55,3	−55,3	−55,2	−55,2	−55,2	−55,1	−55,1	−55,0	−55,0
0,021	−55,0	−54,9	−54,9	−54,9	−54,8	−54,8	−54,7	−54,7	−54,7	−54,6
0,022	−54,6	−54,6	−54,5	−54,5	−54,5	−54,4	−54,4	−54,4	−54,3	−54,3
0,023	−54,3	−54,2	−54,2	−54,2	−54,1	−54,1	−54,1	−54,0	−54,0	−54,0
0,024	−53,9	−53,9	−53,9	−53,8	−53,8	−53,8	−53,7	−53,7	−53,7	−53,6
0,025	−53,6	−53,6	−53,5	−53,5	−53,5	−53,5	−53,4	−53,4	−53,4	−53,3
0,026	−53,3	−53,3	−53,2	−53,2	−53,2	−53,2	−53,1	−53,1	−53,1	−53,0
0,027	−53,0	−53,0	−52,9	−52,9	−52,9	−52,9	−52,8	−52,8	−52,8	−52,7
0,028	−52,7	−52,7	−52,7	−52,6	−52,6	−52,6	−52,6	−52,5	−52,5	−52,5
0,029	−52,4	−52,4	−52,4	−52,4	−52,3	−52,3	−52,3	−52,3	−52,2	−52,2
0,030	−52,2	−52,1	−52,1	−52,1	−52,1	−52,0	−52,0	−52,0	−52,0	−51,9
0,031	−51,9	−51,9	−51,9	−51,8	−51,8	−51,8	−51,8	−51,7	−51,7	−51,7
0,032	−51,7	−51,6	−51,6	−51,6	−51,5	−51,5	−51,5	−51,5	−51,5	−51,4
0,033	−51,4	−51,4	−51,4	−51,3	−51,3	−51,3	−51,3	−51,2	−51,2	−51,2
0,034	−51,2	−51,2	−51,1	−51,1	−51,1	−51,1	−51,0	−51,0	−51,0	−51,0
0,035	−50,9	−50,9	−50,9	−50,9	−50,9	−50,8	−50,8	−50,8	−50,8	−50,7
0,036	−50,7	−50,7	−50,7	−50,6	−50,6	−50,6	−50,6	−50,6	−50,5	−50,5
0,037	−50,5	−50,5	−50,5	−50,4	−50,4	−50,4	−50,4	−50,3	−50,3	−50,3
0,038	−50,3	−50,3	−50,2	−50,2	−50,2	−50,2	−50,2	−50,1	−50,1	−50,1
0,039	−50,1	−50,0	−50,0	−50,0	−50,0	−50,0	−49,9	−49,9	−49,9	−49,9
0,040	−49,9	−49,8	−49,8	−49,8	−49,8	−49,8	−49,7	−49,7	−49,7	−49,7
0,041	−49,7	−49,6	−49,6	−49,6	−49,6	−49,5	−49,5	−49,5	−49,5	−49,5
0,042	−49,5	−49,4	−49,4	−49,4	−49,4	−49,4	−49,4	−49,3	−49,3	−49,3
0,043	−49,3	−49,3	−49,2	−49,2	−49,2	−49,2	−49,2	−49,1	−49,1	−49,1
0,044	−49,1	−49,1	−49,1	−49,0	−49,0	−49,0	−49,0	−49,0	−48,9	−48,9
0,045	−48,9	−48,9	−48,9	−48,9	−48,8	−48,8	−48,8	−48,8	−48,8	−48,7
0,046	−48,7	−48,7	−48,7	−48,7	−48,7	−48,6	−48,6	−48,6	−48,6	−48,6
0,047	−48,5	−48,5	−48,5	−48,5	−48,5	−48,5	−48,4	−48,4	−48,4	−48,4
0,048	−48,4	−48,4	−48,3	−48,3	−48,3	−48,3	−48,3	−48,3	−48,2	−48,2
0,049	−48,2	−48,2	−48,2	−48,2	−48,1	−48,1	−48,1	−48,1	−48,1	−48,1
0,05	−48,0	−47,9	−47,7	−47,6	−47,4	−47,3	−47,1	−47,0	−46,8	−46,7
0,06	−46,5	−46,4	−46,3	−46,1	−46,0	−45,9	−45,7	−45,6	−45,5	−45,4
0,07	−45,2	−45,1	−45,0	−44,9	−44,8	−44,6	−44,5	−44,4	−44,3	−44,2
0,08	−44,1	−44,0	−43,9	−43,8	−43,7	−43,6	−43,5	−43,4	−43,3	−43,2
0,09	−43,1	−43,0	−42,9	−42,8	−42,7	−42,6	−42,5	−42,4	−42,4	−42,3
0,10	−42,2	−42,1	−42,0	−41,9	−41,8	−41,8	−41,7	−41,6	−41,5	−41,4
0,11	−41,4	−41,3	−41,2	−41,1	−41,0	−41,0	−40,9	−40,8	−40,7	−40,7
0,12	−40,6	−40,5	−40,4	−40,4	−40,3	−40,2	−40,2	−40,6	−40,0	−40,0
0,13	−39,9	−39,8	−39,7	−39,7	−39,6	−39,5	−39,5	−39,4	−39,4	−39,3
0,14	−39,2	−39,2	−39,1	−39,0	−39,0	−38,9	−38,9	−38,8	−38,7	−38,7
0,15	−38,6	−38,5	−38,5	−38,4	−38,4	−38,3	−38,3	−38,2	−38,1	−38,1
0,16	−38,0	−38,0	−37,9	−37,9	−37,8	−37,8	−37,7	−37,6	−37,6	−37,5
0,17	−37,5	−37,4	−37,4	−37,3	−37,3	−37,2	−37,2	−37,1	−37,1	−37,0
0,18	−37,0	−36,9	−36,9	−36,8	−36,8	−36,7	−36,7	−36,6	−36,6	−36,5
0,19	−36,5	−36,4	−36,4	−36,3	−36,3	−36,2	−36,2	−36,1	−36,1	−36,1
0,20	−36,0	−36,0	−35,9	−35,9	−35,8	−35,8	−35,7	−35,7	−35,6	−35,6
0,21	−35,6	−35,5	−35,5	−35,4	−35,4	−35,3	−35,3	−35,3	−35,2	−35,2
0,22	−35,1	−35,1	−35,0	−35,0	−35,0	−34,9	−34,9	−34,8	−34,8	−34,8
0,23	−34,7	−34,7	−34,6	−34,6	−34,6	−34,5	−34,5	−34,4	−34,4	−34,4
0,24	−34,3	−34,3	−34,3	−34,2	−34,2	−34,1	−34,1	−34,1	−34,0	−34,0
0,25	−34,0	−33,9	−33,9	−33,8	−33,8	−33,8	−33,7	−33,7	−33,7	−33,6
0,26	−33,6	−33,6	−33,5	−33,5	−33,4	−33,4	−33,4	−33,3	−33,3	−33,3
0,27	−33,2	−33,2	−33,2	−33,1	−33,1	−33,1	−33,0	−33,0	−33,0	−32,9
0,28	−32,9	−32,9	−32,8	−32,8	−32,8	−32,7	−32,7	−32,7	−32,6	−32,6
0,29	−32,6	−32,5	−32,5	−32,5	−32,4	−32,4	−32,4	−32,3	−32,3	−32,3
0,30	−32,2	−32,2	−32,2	−32,2	−32,1	−32,1	−32,1	−32,0	−32,0	−32,0

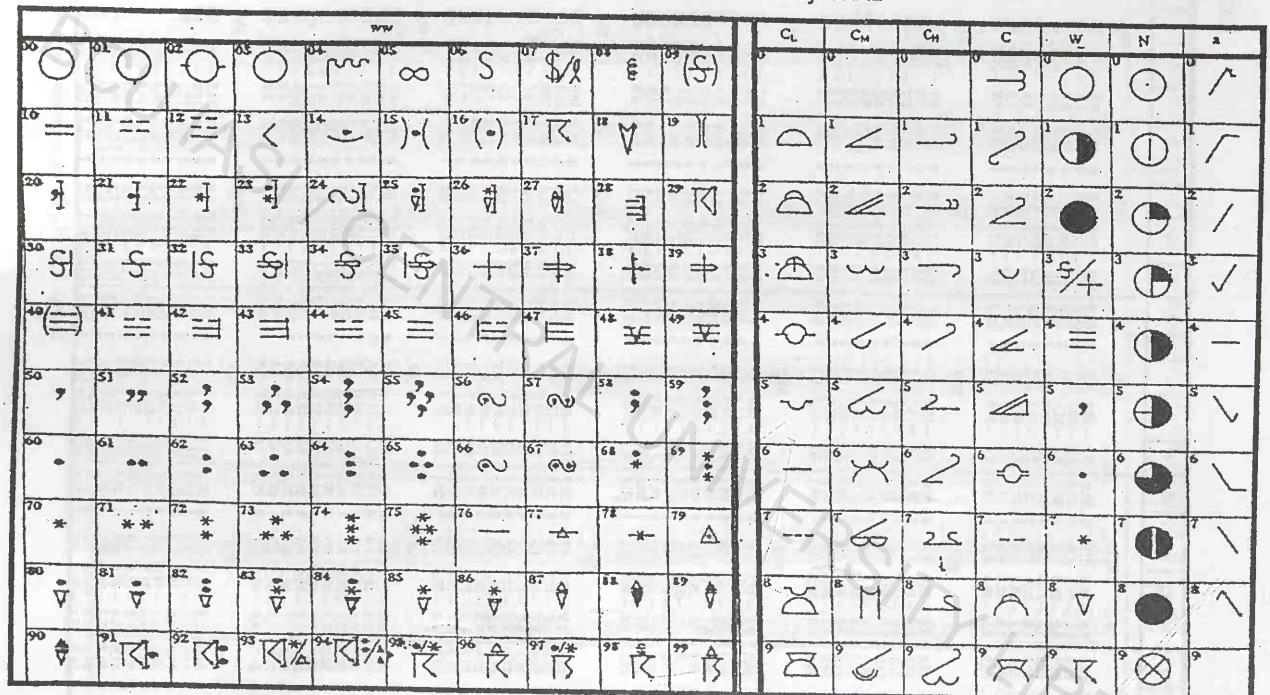
Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice*, 1986, p.245

BUCUREȘTI UNIVERSITY LIBRARY

t'	t_u	e	I	d	t'	t_u	e	I	d	t'	t_u	e	I	d	t'	t_u	e	I	d	t'	t_u	e	I	d
20,0					**20,1**					**20,2**					**20,3**					**20,4**				
8,1	−20,5	1,2	5	22,2	8,2	−19,6	1,3	6	22,2	8,3	−18,7	1,4	6	22,3	8,4	−17,9	1,5	6	22,3	8,5	−17,0	1,5	6	22,5
8,0	−21,5	1,1	5	22,3	8,1	−20,5	1,2	5	22,3	8,2	−20,5	1,2	5	22,5	8,3	−19,6	1,3	5	22,5	8,4	−19,7	1,4	6	22,6
7,9	−23,8	0,9	4	22,5	8,0	−22,6	1,0	4	22,5	8,1	−21,5	1,1	5	22,6	8,2	−20,5	1,2	5	22,6	8,3	−20,5	1,2	5	22,8
7,8	−25,1	0,8	3	22,6	7,9	−23,8	0,9	4	22,6	8,0	−23,8	0,9	4	22,8	8,1	−22,6	1,0	4	22,8	8,2	−21,5	1,1	5	22,9
7,7	−28,2	0,6	3	22,8	7,8	−26,6	0,7	3	22,8	7,9	−25,1	0,8	3	22,9	8,0	−23,8	0,9	4	22,9	8,1	−23,8	0,9	4	23,1
7,6	−30,2	0,5	2	22,9	7,7	−28,2	0,6	3	22,9	7,8	−28,2	0,6	3	23,1	7,9	−26,6	0,7	3	23,1	8,0	−25,1	0,8	3	23,2
7,5	−35,5	0,3	1	23,1	7,6	−32,5	0,4	2	23,1	7,7	−30,2	0,5	2	23,2	7,8	−28,2	0,6	3	23,2	7,9	−28,2	0,6	3	23,4
7,4	−39,5	0,2	1	23,2	7,5	−35,5	0,3	1	23,2	7,6	−35,5	0,3	1	23,4	7,7	−32,5	0,4	2	23,4	7,8	−30,2	0,5	2	23,5
21,0					**21,1**					**21,2**					**21,3**					**21,4**				
8,7	−18,7	1,4	6	23,5	8,8	−18,7	1,4	6	23,6	8,9	−17,9	1,5	6	23,7	9,0	−17,1	1,6	6	23,7	9,1	−16,4	1,7	7	23,8
8,6	−20,5	1,2	5	23,7	8,7	−19,6	1,3	5	23,7	8,8	−18,7	1,4	6	23,8	8,9	−18,7	1,4	6	23,9	9,0	−17,9	1,5	6	24,0
8,5	−21,5	1,1	4	23,8	8,6	−21,5	1,1	4	23,9	8,7	−20,5	1,2	5	24,0	8,8	−19,6	1,3	5	24,0	8,9	−18,7	1,4	5	24,1
8,4	−23,8	0,9	4	24,0	8,5	−22,6	1,0	4	24,0	8,6	−21,5	1,1	4	24,1	8,7	−21,5	1,1	4	24,2	8,8	−20,5	1,2	5	24,3
8,3	−25,1	0,8	3	24,1	8,4	−25,1	0,8	3	24,2	8,5	−23,8	0,9	4	24,3	8,6	−22,6	1,0	4	24,3	8,7	−22,6	1,0	4	24,5
8,2	−28,2	0,6	2	24,3	8,3	−26,6	0,7	3	24,3	8,4	−26,6	0,7	3	24,5	8,5	−25,1	0,8	3	24,5	8,6	−23,8	0,9	4	24,5
8,1	−32,5	0,4	2	24,5	8,2	−30,2	0,5	2	24,5	8,3	−28,2	0,6	2	24,6	8,4	−26,6	0,7	3	24,6	8,5	−25,0	0,7	3	24,8
8,0	−35,5	0,3	1	24,6	8,1	−32,5	0,4	2	24,6	8,2	−32,5	0,4	2	24,8	8,3	−30,2	0,5	2	24,8	8,4	−28,2	0,6	2	24,9
7,9	−46,0	0,1	0	24,8	8,0	−39,5	0,2	1	24,8	8,1	−35,5	0,3	1	24,9	8,2	−32,5	0,4	2	24,9	8,3	−32,5	0,4	2	25,1
22,0					**22,1**					**22,2**					**22,3**					**22,4**				
9,3	−17,9	1,5	6	24,9	9,4	−17,1	1,6	6	25,0	9,5	−16,4	1,7	6	25,1	9,6	−16,4	1,7	6	25,2	9,7	−15,7	1,8	7	25,3
9,2	−19,6	1,3	5	25,1	9,3	−18,7	1,4	5	25,2	9,4	−17,9	1,5	6	25,3	9,5	−17,1	1,6	6	25,3	9,6	−16,4	1,7	6	25,4
9,1	−20,5	1,2	5	25,2	9,2	−19,6	1,3	5	25,3	9,3	−19,6	1,3	5	25,5	9,4	−18,7	1,4	5	25,5	9,5	−17,9	1,5	6	25,6
9,0	−22,6	1,0	4	25,4	9,1	−21,5	1,1	4	25,5	9,2	−20,5	1,2	4	25,6	9,3	−19,6	1,3	5	25,6	9,4	−19,6	1,3	5	25,8
8,9	−23,8	0,9	3	25,5	9,0	−22,6	1,0	4	25,6	9,1	−22,6	1,0	4	25,8	9,2	−21,5	1,1	4	25,8	9,3	−20,5	1,2	4	25,9
8,8	−26,6	0,7	3	25,7	8,9	−25,1	0,8	3	25,8	9,0	−23,8	0,9	3	25,9	9,1	−22,6	1,0	4	25,9	9,2	−22,6	1,0	4	26,1
8,7	−28,2	0,6	2	25,8	8,8	−28,2	0,6	2	25,0	8,9	−26,6	0,7	3	26,1	9,0	−25,1	0,8	3	26,1	9,1	−23,8	0,9	3	26,2
8,6	−32,5	0,4	2	26,0	8,7	−30,2	0,5	2	26,1	8,8	−28,2	0,6	2	26,2	8,9	−28,2	0,6	2	26,3	9,0	−26,6	0,7	3	26,4
8,5	−35,5	0,3	1	26,1	8,6	−35,5	0,3	1	26,3	8,7	−32,5	0,4	1	26,4	8,8	−30,2	0,5	2	26,4	8,9	−28,2	0,6	2	26,5
8,4	−46,0	0,1	0	26,3	8,5	−39,5	0,2	1	26,4	8,6	−35,5	0,3	1	26,5	8,7	−35,5	0,3	1	26,6	8,8	−32,5	0,4	1	26,7
23,0					**23,1**					**23,2**					**23,3**					**23,4**				
9,8	−17,9	1,5	5	26,6	9,9	−17,1	1,6	6	26,7	10,0	−16,4	1,7	6	26,7	10,1	−16,4	1,7	6	26,9	10,2	−15,7	1,8	6	27,0
9,7	−19,6	1,3	5	26,8	9,8	−18,7	1,4	5	26,9	9,9	−17,9	1,5	5	26,9	10,0	−17,1	1,6	6	27,0	10,1	−16,4	1,7	6	27,1
9,6	−20,5	1,2	4	26,9	9,7	−19,6	1,3	5	27,0	9,8	−19,6	1,3	5	27,1	9,9	−18,7	1,4	5	27,2	10,0	−17,9	1,5	5	27,3
9,5	−22,6	1,0	4	27,1	9,6	−21,5	1,1	4	27,2	9,7	−20,5	1,2	4	27,2	9,8	−19,6	1,3	5	27,3	9,9	−19,6	1,3	5	27,5
9,4	−23,8	0,9	3	27,2	9,5	−23,8	0,9	3	27,4	9,6	−22,6	1,0	4	27,4	9,7	−21,5	1,1	4	27,5	9,8	−20,5	1,2	4	27,6
9,3	−26,6	0,7	2	27,4	9,4	−25,1	0,8	3	27,5	9,5	−23,8	0,9	3	27,5	9,6	−23,8	0,9	3	27,7	9,7	−22,6	1,0	3	27,8
9,2	−30,2	0,5	2	27,6	9,3	−28,2	0,6	2	27,7	9,4	−26,6	0,7	2	27,7	9,5	−25,1	0,8	3	27,8	9,6	−23,8	0,9	3	27,9
9,1	−32,5	0,4	1	27,7	9,2	−30,2	0,5	2	27,8	9,3	−30,2	0,5	2	27,9	9,4	−28,2	0,6	2	28,0	9,5	−26,6	0,7	2	28,1
9,0	−39,5	0,2	1	27,9	9,1	−35,5	0,3	1	28,0	9,2	−32,5	0,4	1	28,0	9,3	−30,2	0,5	2	28,1	9,4	−30,2	0,5	2	28,3
8,9	−46,0	0,1	0	28,0	9,0	−39,5	0,2	1	28,1	9,1	−39,5	0,2	1	28,2	9,2	−35,5	0,3	1	28,3	9,3	−32,5	0,4	1	28,4
24,0					**24,1**					**24,2**					**24,3**					**24,4**				
10,3	−17,9	1,5	5	28,3	10,4	−17,1	1,6	5	28,4	10,5	−16,4	1,7	6	28,5	10,6	−15,7	1,8	6	28,6	10,7	−15,7	1,8	6	28,8
10,2	−19,6	1,3	4	28,5	10,3	−18,7	1,4	5	28,6	10,4	−17,9	1,5	5	28,7	10,5	−17,1	1,6	5	28,8	10,6	−16,4	1,7	6	28,9
10,1	−20,5	1,2	4	28,6	10,2	−19,6	1,3	4	28,7	10,3	−19,6	1,3	4	28,9	10,4	−18,7	1,4	5	29,0	10,5	−17,9	1,5	6	29,1
10,0	−22,6	1,0	3	28,8	10,1	−21,5	1,1	4	28,9	10,2	−20,5	1,2	4	29,0	10,3	−19,6	1,3	4	29,1	10,4	−19,6	1,3	4	29,3
9,9	−23,8	0,9	3	28,9	10,0	−23,8	0,9	3	29,1	10,1	−22,6	1,0	3	29,2	10,2	−21,5	1,1	4	29,3	10,3	−20,5	1,2	4	29,4
9,8	−26,6	0,7	2	29,1	9,9	−25,1	0,8	3	29,2	10,0	−23,8	0,9	3	29,3	10,1	−23,8	0,9	3	29,5	10,2	−22,6	1,0	3	29,6
9,7	−30,2	0,5	2	29,3	9,8	−28,2	0,6	2	29,4	9,9	−26,6	0,7	2	29,5	10,0	−25,1	0,8	3	29,6	10,1	−23,8	0,9	3	29,7
9,6	−32,5	0,4	1	29,4	9,7	−30,2	0,5	2	29,5	9,8	−30,2	0,5	2	29,7	9,9	−28,2	0,6	2	29,8	10,0	−26,6	0,7	2	29,9
9,5	−39,5	0,2	1	29,6	9,6	−35,5	0,3	1	29,7	9,7	−32,5	0,4	1	29,8	9,8	−30,2	0,5	2	29,9	9,9	−30,2	0,5	2	30,1
9,4	−46,0	0,1	0	29,7	9,5	−46,0	0,1	0	29,9	9,6	−39,5	0,2	1	30,0	9,7	−35,5	0,3	1	30,1	9,8	−32,5	0,4	1	30,2
25,0					**25,1**					**25,2**					**25,3**					**25,4**				
10,9	−16,4	1,7	5	30,0	11,0	−15,7	1,8	6	30,1	11,1	−15,1	1,9	6	30,1	11,2	−15,1	1,9	6	30,3	11,3	−14,4	2,0	6	30,4
10,8	−17,9	1,5	5	30,2	10,9	−17,1	1,6	5	30,3	11,0	−16,4	1,7	5	30,3	11,1	−15,7	1,8	6	30,4	11,2	−15,1	1,9	6	30,5
10,7	−18,7	1,4	4	30,3	10,8	−18,7	1,4	4	30,5	10,9	−17,9	1,5	5	30,5	11,0	−17,1	1,6	5	30,6	11,1	−16,4	1,7	5	30,7
10,6	−20,5	1,2	4	30,5	10,7	−19,6	1,3	4	30,6	10,8	−18,7	1,4	4	30,6	10,9	−18,7	1,4	4	30,8	11,0	−17,9	1,5	5	30,9
10,5	−22,6	1,0	3	30,7	10,6	−21,5	1,1	3	30,8	10,7	−20,5	1,2	4	30,8	10,8	−19,6	1,3	4	30,9	10,9	−18,7	1,4	4	31,0
10,4	−23,8	0,9	3	30,8	10,5	−23,8	0,9	3	31,0	10,6	−22,6	1,0	3	31,0	10,7	−21,5	1,1	3	31,1	10,8	−20,5	1,2	4	31,2
10,3	−26,6	0,7	2	31,0	10,4	−25,1	0,8	3	31,1	10,5	−23,8	0,9	3	31,1	10,6	−23,8	0,9	3	31,3	10,7	−22,6	1,0	3	31,4
10,2	−30,2	0,5	2	31,2	10,3	−28,2	0,6	2	31,3	10,4	−26,6	0,7	2	31,3	10,5	−25,1	0,8	3	31,4	10,6	−23,8	0,9	3	31,5
10,1	−32,5	0,4	1	31,3	10,2	−30,2	0,5	2	31,4	10,3	−30,2	0,5	2	31,5	10,4	−28,2	0,6	2	31,6	10,5	−26,6	0,7	2	31,7
10,0	−39,5	0,2	1	31,5	10,1	−35,5	0,3	1	31,6	10,2	−32,5	0,4	1	31,6	10,3	−30,2	0,5	2	31,7	10,4	−30,2	0,5	2	31,9

Sursa: I.M.H., *Tabele psihrometrice*, 1986, p.245

ANEXA 2. CODUL SINOPTIC INTERNAȚIONAL



Sursa: R. Leduc, R. Gervais, *Connaître la météorologie, 1988, p.249*

Starea vremii în momentul observaţiei (WW):

Cifrele de de cod indică:
02 – nici o formaţiune de nori observată;
01 – nori în destrămare;
02 – starea cerului neschimbată;
03 – nori în dezvoltare;
04 – fum (vizibilitate scăzută);
05 – pâclă (fără precizare);
06 – praf adus de la depărtare;
07 – praf ridicat de la sol;
08 – vârtejuri de praf;
09 – furtună de praf în câmpul vizual;
10 – pâclă umedă;
11 – ceaţă la sol în bancuri;
12 – ceaţă la sol continuă;
13 – fulgere în depărtare;
14 – precipitaţiile în câmpul observaţiei nu ajung la sol (virga);
15 – precipitaţii în câmpul observaţiei la distanţă mai mare de 5 km;
16 - precipitaţii în câmpul observaţiei la distanţă mai mică de 5 km;
17 – fenomene orajoase în depărtare;
18 – vijelie;
19 – trombă;

20-29 – fenomene din ora precedentă:
20 – burniţă;
21 – ploaie;
22 – ninsoare;
23 – lapoviţă;
24 – polei;
25 – aversă de ploaie;
26 – aversă de zăpadă sau lapoviţă;
27 – aversă de grindină;
28 – ceaţă;
29 – fenomene orajoase;

30-39 – furtuni de praf sau viscole:
30 – furtuna slăbeşte;
31 – furtună fără schimbare;
32 – furtuna se intensifică;
33 – furtună puternică în slăbire;
34 – furtună puternică fără schimbare;
35 – furtună puternică în curs de întărire;
36 - transport slab de zăpadă de la sol;

CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

37 – transport puternic de zăpadă de la sol;
38 – viscol slab sau moderat cu transport de zăpadă la înălţime;
39 – viscol puternic cu transport de zăpadă la înălţime;

40-49 – ceţuri:
40 – ceaţă în depărtare;
41 – ceaţă în bancuri;
42 – ceaţă slabă cu cer vizibil;
43 – ceaţă slabă cu cer invizibil;
44 – ceaţă ceaţă slabă cu cer vizibil fără schimbare;
45 – ceaţă stabilă cu cer invizibil;
46 – ceaţă puternică (în curs de intensificare) prin care se intrevede cerul;
47 – ceaţă puternică cu cer invizibil;
48 – ceaţă cu cer vizibil, cu depunere de chiciură;
49 – ceaţă continuă cu depunere de chiciură;

50-59 – burniţă:
50 - burniţă slabă, intermitentă;
51 – burniţă slabă continuă;
52 – burniţă moderată, intermitentă;
53 – burniţă moderată, continuă;
54 – burniţă puternică, intermitentă;
55 - burniţă puternică, continuă;
56 – burniţă slabă cu formarea poleiului;
57 – burniţă puternică cu formarea poleiului;
58 – burniţă slabă slabă cu ploaie;
59 – burniţă moderată sau puternică cu ploaie;

60-69 – ploaie: 60 – ploaie slabă intermitentă;
61 – ploaie slabă continuă;
62 – ploaie moderată intermitentă;
63 – ploaie moderată, continuă;
64 – ploaie puternică, intermitentă;
65 – ploaie puternică, continuă;
66 – ploaie slabă cu formarea poleiului;
67 – ploaie puternică cu formarea poleiului;
68 – ploaie sau burniţă cu zăpadă slabă;
69 – ploaie sau burniţă cu zăpadă puternică;

70-79 – ninsoare:
70 – ninsoare slabă continuă;
72 – ninsoare moderată, intermitentă;
73 – ninsoare moderată, continuă;
74 – ninsoare puternică, intermitentă;

CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

75 – ninsoare puternică, continuă;
76 – ace de gheaţă;
77 – zăpadă grăunţoasă;
78 – cristale de gheaţă în formă de steluţe;
79 – granule de gheaţă;

80–90 – averse:
80 – aversă slabă de ploaie;
81 – aversă moderată sau puternică de ploaie;
82 – aversă violentă de ploaie;
83 – aversă slabă de lapoviţă;
84 – aversă moderată sau puternică de lapoviţă;
85 – aversă slabă de ninsoare;
86 – aversă moderată sau puternică de ninsoare;
87 – aversă slabă de măzăriche;
88 – aversă moderată sau puternică de măzăriche;
89 – aversă slabă de grindină;
90 – aversă moderată sau puternică de grindină;

91–99 – fenomene orajoase:
91 – fenomeme orajoase petrecute în ultima oră, ploaie slabă în momentul observaţiei;
92 - fenomene orajoase petrecute în ultima oră, ploaie moderată sau puternică în momentul observaţiei;
93 - fenomene orajoase petrecute în ultima oră, cădere slabă de zăpadă sau ploaie şi zăpadă amestecate sau grindină în momentul observaţiei;
94 - fenomeme orajoase petrecute în ultima oră, cădere moderată sau puternică de zăpadă sau ploaie şi zăpadă amestecate sau grindină în momentul observaţiei;
95 - fenomene orajoase slabe sau moderate cu ploaie sau zăpadă în momentul observaţiei;
96 – fenomene orajoase slabe sau moderate cu grindină în momentul observaţiei;
97 – fenomene orajoase puternice cu ploaie sau zăpadă în momentul observaţiei;
98 – fenomene orajoase cu furtună de praf sau nisip în momentul observaţiei;
99 – fenomene orajoase puternice cu grindină în momentul observaţiei.

Forma norilor

CH – nori superiori:
1 – Cirrus în formă de fire;
2 – Cirrus denşi, în bancuri;
3 – Cirrus proveniţi din nicovală;
4 – Cirrus în formă de cârlige, în creştere;
5 – Cirrus sau Cirrostratus sub 45^0 (se îngrămădesc);
6 – Cirrus sau Cirrostratus peste 45^0;
7 – Cirrostratus acoperind tot cerul;

8 – Cirrostratus acoperind parţial cerul;
9 – Cirrocumulus.

CM – nori mijlocii:
1 - Altostratus subţiri;
2 – Altostratus sau Nimbostratus;
3 – Altocumulus subţiri;
4 - Altocumulus lenticularis;
5 – Altocumulus în benzi;
6 – Altocumulus formaţi din Cumulus;
7 – Altocumulus desprinşi din Altostratus;
8 – Altocumulus cu turnuleţe – creste, creneluri şi fulgi;
9 – Altocumulus care dau cer haotic.

CL – Nori inferiori:
1 – Cumulus;
2 – Cumulus congestus;
3 – Cumulonimbus calvus;
4 – Stratocumulus vesperalis (de seară);
5 – Stratocumulus;
6 – Stratus;
7 – Nimbostratus;
8 – Stratocumulus şi Cumulus;
9 – Cumulonimbus incus;

C – Genul norilor:
0 – Cirrus;
1 – Cirrocumulus;
2 – Cirrostratus;
3 – Altocumulus;
4 – Altostratus;
5 – Nimbostratus;
6 – Statocumulus;
7 – Stratus;
8 – Cumulus;
9 – Cumulonimbus.

Starea timpului între orele de observaţie (W)
0 – senin;
1 – cer variabil (circa ½ din bolta cerească este acoperită);
2 – cer acoperit;
3 – furtună de praf sau nisip ori viscol (nebulozitate totală (7 – 10);
4 – ceaţă sau pâclă;
5 – burniţă;

IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

6 – ploaie continuă;
7 – ninsoare continuă;
8 – averse;
9 – fenomene orajoase

Gradul de acoperire a cerului cu nori (N):
0 – fără nori;
1 – 1/8 sau mai puţin de 1/10;
2 – 2/8 sau 3/10;
3 – 3/8 sau 4/10;
4 – 4/8 sau 5/10;
5 – 5/8 sau 6/10;
6 – 6/8 sau 7/10;
7 – 7/8 sau 8-9/10;
8 – 8/8 sau 10/10;
8 – 8/8 sau 10/10;
9 – cer complet întunecat de un strat cu baza la suprafaţă sau de un fenomen întunecat cu baza la înălţime.

Caracteristica tendinţei barice (a):
0 – în creştere apoi staţionară sau în creştere faţă de ultimele trei ore;
1 – în creştere şi apoi staţionară sau în creştere şi apoi în creştere mai lentă; mai mare decât în ultimele trei ore;
2 – în creştere mai mare decât în ultimele trei ore;
3 – în scădere sau staţionară apoi în creştere sau în creştere mai rapidă; mai mare decât în ultimile trei ore;
4 – staţionară: aceeaşi ca în ultimele trei ore;
5 – în scădere apoi în creştere: aceeaşi sau mai mică decât în ultimele trei ore;
6 – în scădere apoi staţionară sau în scădere apoi în scădere lentă, mai mică decât în ultimele trei ore;
7 – în scădere mai mică decât în ultimele trei ore;
8 – staţionară sau în creştere apoi în scădere sau în scădere apoi în scădere mai rapidă, mai mică decât în ultimele trei ore.

BCU IASI / TIMPUL UNIVERSITY LIBRARY

Bibliografie selectivă

1. Bacinschi, D.,Burciu, Gh. (1981), *Meteorologie*, Edit. Did. şi Ped., Bucureşti.
2. Belozerov, V., Fărcaş I. (1971), *Îndrumător metodologic pentru lucrările practice de meteorologie şi climatologie*, Univ. " Babeş - Bolyai" Cluj.
3. Bogdan, Octavia (1978), *Fenomene climatice de iarnă şi de vară*, Edit. St. şi Enciclop., Bucureşti.
4. Ciulache, S. (1985), *Meteorologie*, Tipogr. Univ. Buc., Bucureşti.
5. Ciulache, S., Ionac, Nicoleta (1995), *Meteorologie grafică*, Edit. Univ. Buc., Bucureşti.
6. Dumitrescu, Elena (1973), *Curs de meteorologie-climatologie*, vol I, Litografia Univ. Buc., Bucureşti.
7. Erhan, Elena (1982), *Curs de meteorologie şi climatologie*, Partea I a, *Meteorologie*, Univ."Al. I. Cuza" Iaşi.
8. Erhan, Elena (1999), *Meteorologie şi climatologie practică*, Edit. Univ."Al. I. Cuza" Iaşi.
9. Fărcaş, I. (1987), *Măsurători şi calcule de meteorologie*, partea I, *Metode şi aparate de măsură*, Cluj – Napoca.
10. Gaivoronski, I.I., Averchiev, M.S. (1956), *Manual practic de meteorologie*, Inst. de document. tehn., Bucureşti.
11. Ioan, C. (1962), *Curs de meteorologie*, Litogr. Inst. Agron., Bucureşti.
12. Kedrolivanski, V.N., Şternazat, M.S. (1955), *Instrumente meteorologice*, vol. I, II, III, Inst. de document. tehn., Bucureşti.
13. Leduc, R., Gervais, R. (1988), *Connaître la météorologie*, Presses de l' Université du Quebéc.
14. Lungu, I. (1962), *Meteorologie şi climatologie*, Edit. Did. şi Ped., Bucureşti.
15. Marcu, M. (1983), *Meteorologie şi climatologie forestieră*, Edit. Ceres, Bucureşti.
16. Matveev, L.T. (1964), *Meteorologie generală*, vol I, C.S.A., I.M., Bucureşti.
17. Măhăra, Gh.(1979), *Circulaţia aerului pe glob*, Edit. Şt. şi Enciclop., Bucureşti.
18. Măhăra, Gh. (2001), *Meteorologie*, Edit. Univ. din Oradea, Oradea.
19. Mohan, Gh., Ardelean, A. (1993), *Ecologie şi protecţia mediului*, Edit. "Scaiul", Bucureşti.
20. Neguţ, A. L. (1981), *Meteorologie marină*, Edit. Sport – Turism, Bucureşti.
21. Pleşca, Gh. (1968), *Lucrări practice de meteorologie*, Edit. Did. şi Ped., Bucureşti.
22. Pop, Gh. (1988), *Introducere în meteorologie şi climatologie*, Edit. Ştiinţifică, Bucureşti.
23. Rusu, L. (1950), *Lucrări practice de meteorologie*, Litografia învăţământului, Timişoara.
24. Santurette, P. (1994), *Eléments pratiques de météorologie et de prévision synoptiques*, Ecole Nationale de la Météorologie, Meteo – France.
25. Sklearov, V.M. (1956), *Meteorologie pentru observatorii hidrometeorologici*, Inst. de document. tehn., Bucureşti.

BUCHAREST UNIVERSITY LIBRARY

26. Stoica, C., Cristea, N. (1966), *Meteorologie generală şi instrumente meteorologice*, Edit. Did. şi Ped., Bucureşti
27. Stoica, C. (1971), *Meteorologie generală*, Edit. Tehn., Bucureşti.
28. Triplet, J. P., Roche, G. (1986), *Météorologie générale*, Ecole Nationale de la Météorologie, Meteo – France.
29. Trochon, R., Roulou, J. (1952), *Meteorologia generală*, Paris.
30. Ţâştea, D., Bacinschi, D., Radu, N. (1965), *Dicţionar meteorologic*, C.S.A., I.M., Bucureşti.
31. *** (1961), *Instrucţiuni pentru staţiile şi posturile meteorologice*, vol. I, partea I a, *Prelucrarea datelor rezultate din observaţiile meteorologice*, C.S.A., I.M., Bucureşti.
32. *** (1961), *Instrucţiuni pentru staţiile şi posturile meteorologice*, vol. III, *Observaţii meteorologice la posturi*, C.S.A., I.M., Bucureşti.
33. *** (1963), *Caiet de lucrări practice de meteorologie*, Litogr. Inst. Agron. " Tudor Vladimirescu", Craiova.
34. *** (1963), *Instrucţiuni pentru staţiile şi posturile meteorologice*, vol. I, partea I a, *Observaţii meteorologice la staţii*, , C.S.A., I.M., Bucureşti.
35. ***(1963), *Instrucţiuni pentru staţiile şi posturile meteorologice*, vol. IV, *Observaţii agrometeorologice la posturi*, C.S.A., I.M., Bucureşti.
36. *** (1965), *Instrucţiuni pentru staţiile şi posturile meteorologice*, vol. V, C.S.A., I.M., Bucureşti.
37. *** (1983), *Atlas internaţional de nori*, I.M.H., Bucureşti.
38. *** (1986), *Geografia de la A la Z*, Edit. Şt. şi Enciclop., Bucureşti.
39. *** (1986), *Instrucţiuni pentru observarea, identificarea şi codificarea norilor şi a fenomenelor meteorologice. Meteorii*, I.N.M.H., Bucureşti.
40. *** (1986), *Tabele psihrometrice*, I.M.H., Bucureşti.
41. *** (1995), *Instrucţiuni pentru staţiile meteorologice*, I.N.M.H., Bucureşti.

BCU IASI / CENTRU VECHI / LIBRARY

ISBN 973- 613-053-3